

**НАЦІОНАЛЬНИЙ ТЕХНІЧНИЙ УНІВЕРСИТЕТ УКРАЇНИ
«КИЇВСЬКИЙ ПОЛІТЕХНІЧНИЙ ІНСТИТУТ
імені ІГОРЯ СІКОРСЬКОГО»**

Інститут енергозбереження та енергоменеджменту

Кафедра інженерної екології

«На правах рукопису»
УДК 504.054:669

«До захисту допущено»
Завідувач кафедри

_____ Ткачук К.К.
(підпис) (ініціали, прізвище)

“ ____ ” _____ 2018 р.

Магістерська дисертація

зі спеціальності _____ 101 «Екологія»
(код і назва спеціальності)

на тему «Поліпшення екологічних характеристик ділянки вторинної переробки
шлаків за рахунок додаткового вилучення металевої фази»

Виконала: студентка VI курсу, групи ОЗ-71мп

Недава Анастасія Сергіївна
(прізвище, ім'я, по батькові)

(підпис)

Науковий керівник Д.П.Н., к.т.н., проф. Кофанова О. В.
(посада, науковий ступінь, вчене звання, прізвище та ініціали)

(підпис)

Рецензент к.т.н., доц. Козлов С. С.
(посада, науковий ступінь, вчене звання, науковий ступінь, прізвище та ініціали)

(підпис)

Засвідчую, що у цій магістерській
дисертації немає запозичень з праць
інших авторів без відповідних посилань.
Студент _____

Київ – 2018 року

Національний технічний університет України
«Київський політехнічний інститут імені Ігоря Сікорського»
Інститут енергозбереження та енергоменеджменту
Кафедра інженерної екології

Рівень вищої освіти – другий (магістерський) за освітньо-професійною програмою

Спеціальність – 101 «Екологія»

Спеціалізація – Інженерна екологія та ресурсозбереження

ЗАТВЕРДЖУЮ

Завідувач кафедри

_____ Ткачук К.К.
 (підпис) (ініціали, прізвище)

«__» _____ 2018 р.

ЗАВДАННЯ
на магістерську дисертацію студенту
Недаві Анастасії Сергіївні

1. Тема дисертації «Поліпшення екологічних характеристик ділянки вторинної переробки шлаків за рахунок додаткового вилучення металевої фази»

науковий керівник дисертації Кофанова Олена Вікторівна, д.п.н., к.т.н., професор,

затверджені наказом по університету від «__» _____ 20__ р. № _____

2. Строк подання студентом дисертації _____

3. Об'єктом дослідження є процеси переробки шлаків та способи вилучення з них металоконцентрату.

4. Предметом дослідження є показники процесу утворення та переробки шлаків, які характеризуються екологічністю та економічною ефективністю.

5. Перелік завдань, які потрібно розробити: дослідити загальні відомості про утворення шлаків від феросплавного виробництва; провести аналіз впливу шлаків на компоненти навколишнього середовища; виконати аналіз методів вторинної переробки шлаків та вилучення з них металевої фази; встановлення

залежності виходу шлаку від кількості виготовленої продукції; розрахунок виходу важких зі шлакового; розробка комплексної ділянки вторинної переробки шлаків та розробка стартап-проекту.

6. Перелік графічного (ілюстративного) матеріалу 29 таблиць, 13 рисунків, 14 формул.

7. Орієнтовний перелік публікацій Результати наукових досліджень були представлені на IX Міжнародній науково-технічній конференції «Енергетика. Екологія. Людина» (25 – 26 травня 2017 року); на II Всеукраїнській студентській науково-практичній конференції з міжнародною участю «Наука XXI століття: виклики, пріоритети, перспективи досліджень» (22 березня 2018 року).

8. Консультанти розділів дисертації

Розділ	Прізвище, ініціали та посада консультанта	Підпис, дата	
		завдання видав	завдання прийняв
Нормконтроль	Репін М.В		

9. Дата видачі завдання 3 вересня 2018 року.

Календарний план

№ з/п	Назва етапів виконання магістерської дисертації	Строк виконання етапів магістерської дисертації	Примітка
1.	Затвердження теми магістерської дисертації науковим керівником		
2.	Написання 1 розділу магістерської дисертації		
3.	Написання 2 розділу магістерської дисертації		
4.	Розробка стартап-проекту		
5.	Строк подання магістерської дисертації на кафедру		
6.	Захист магістерської дисертації		

Студент

_____ (підпис)

А. С. Недава

(ініціали, прізвище)

Науковий керівник дисертації

_____ (підпис)

О. В. Кофанова

(ініціали, прізвище)

РЕФЕРАТ

Магістерська дисертація складається зі вступу, 3 розділів, висновків. Робота виконана в обсязі 89 сторінок, містить 13 рисунків, 29 таблиць, 14 формул.

Утворення шлаків є невід'ємною складовою феросплавного виробництва, а в результаті багаторічної господарської діяльності, на територіях підприємств були накопичені багатомільйонні відвали шлаків, обсяг яких продовжує збільшуватися. Актуальність ефективного рециклінгу феросплавних шлаків з кожним роком зростає. Так виснаження запасів руд, поряд з падінням світових цін на феросплави, змушують підприємства шукати шляхи зниження собівартості виробництва. Також, важливим є поліпшення екологічної складової, яка пов'язана з комплексною переробкою шлакових відвалів, що дає можливість звільнити зайняту територію та зменшити антропогенну дію відвалу на навколишнє природне середовище (далі – НПС).

Метою дослідження є удосконалення ділянки вторинної переробки шлаків за рахунок впровадження нової установки для відділення металоконцентрату від шлаку.

Об'єктом дослідження є процеси переробки шлаків та способи вилучення з них металоконцентрату.

Предметом дослідження є показники процесу утворення та переробки шлаків, які характеризуються екологічністю та економічною ефективністю.

Основними задачами дослідження є:

- проведення літературного та патентного огляд з питання дослідження;
- проаналізувати вплив шлаків на компоненти НПС;
- виконати аналіз методів вторинної переробки шлаків та вилучення з них металевої фази;
- встановлення залежності виходу шлаку від кількості виготовленої продукції;

- розрахунок виходу важких зі шлакового;
- розробка комплексної ділянки вторинної переробки шлаків та розробка стартап-проекту.

Наукова цінність полягає у встановленні залежності кількості утвореного шлаку від об'ємів феросплавного виробництва та обробці результатів експерименту з визначення виходу важких металів з маси відвального шлаку.

Практична значимість полягає в розробленій комплексній ділянці для переробки шлаків феросплавного виробництва, яка має на меті повну розробку відвалу з кінцевою реалізацією продукції.

Проведено аналіз способів вторинного використання шлаку та установок для виділення металоконцентрату. Досліджено вплив шлакових відвалів на навколишнє середовище та розроблено комплексну ділянку з вторинної переробки шлаку, яка поєднує переробку як гарячих, так і відвальних шлаків.

Ключові слова: ШЛАК, ФЕРОСПЛАВНЕ ВИРОБНИЦТВО, ШЛАКОВИЙ ВІДВАЛ, ВАЖКІ МЕТАЛИ.

ABSTRACT

The master thesis consists of an introduction, 4 chapters, and conclusion. It contains 89 pages, 13 drawings, 29 tables and 14 equations.

The formation of slags is an integral part of ferroalloy production, and as a result of long-term economic activity, the multimillion dumps of slag have accumulated on the territories of enterprises, the volume of which continues to increase. The urgency of efficient recycling of ferroalloys is increasing year by year. Thus, the depletion of ore reserves, along with the fall of world prices for ferroalloys, compels enterprises to seek ways to reduce the cost of production. Also, it is important to improve the ecological component, which is connected with the complex processing of slag dumps, which makes it possible to release the occupied territory and reduce the anthropogenic impact of the dump on the environment.

The aim of the research is to improve the area of secondary processing of slag due to the introduction of a new plant for the separation of metal concentrate from slag.

The object of the research is the processes of slags recovery and ways of extracting from them metal concentrate.

The subject of the research is the indicators of the process of formation and processing of slags that are characterized by ecological and economic efficiency.

The main objectives of the research are: conducting a literary and patent survey on research; analyze the effect of slags on environment; carry out an analysis of methods of secondary processing of slags and removal of them from the metal phase; determination of the dependence of the output of slag on the quantity of manufactured products; calculation of the output of heavy from slag; development of a complex site for secondary processing of slag and development of a startup project.

The scientific value is to determine the dependence of the amount of formed slag on the volumes of ferroalloy production and to process the results of the experiment to determine the yield of heavy metals from the weight of the slag.

The practical significance lies in the developed integrated site for the processing of slag ferroalloy production, which aims to complete the development of a dump with the final sale of products.

The analysis of methods of secondary use of slag and installations for the allocation of metal concentrate has been carried out. The influence of slag dumps on the environment has been investigated and a complex section of secondary processing of slag has been developed, which combines the processing of both hot and dump slag.

Keywords: SLAG, FERROALLOY PRODUCTION, HEAP OF SLAG, HEAVY METALS.

ЗМІСТ

ПЕРЕЛІК УМОВНИХ ПОЗНАЧЕНЬ, СИМВОЛІВ, СКОРОЧЕНЬ І ТЕРМІНІВ	10
ВСТУП	11
1 АНАЛІЗ НАУКОВИХ ДОСЛІДЖЕНЬ З ПИТАННЯ ВТОРИННОЇ ПЕРЕРОБКИ ШЛАКІВ.....	14
1.1 Утворення шлаків на феросплавному виробництві.....	15
1.2 Забруднення навколишнього середовища шлаками	17
1.3 Способи вторинної переробки шлаків та вилучення з них металевої фази	23
1.3.1 Методи вторинної переробки шлаків	23
1.3.2 Методи вилучення металевої фази зі шлаків	28
Висновки до розділу 1	32
2 ДОСЛІДЖЕННЯ СТАНУ ДІЛЯНКИ ВТОРИННОЇ ПЕРЕРОБКИ ШЛАКІВ НА АТ «НЗФ».....	34
2.1 АТ «Нікопольський завод феросплавів» як об'єкт дослідження.....	34
2.2 Залежність виходу шлаку від кількості виготовленої продукції	35
2.3 Розрахунок виходу важких металів зі шлакового відвалу.....	40
2.4 Схема поводження зі шлаками на АТ «НЗФ».....	42
Висновки до розділу 2	45
3 ЕФЕКТИВНІСТЬ ВПРОВАДЖЕННЯ ТА РОЗРОБКА СТАРТАП-ПРОЕКТУ	46
3.1 Вибір методу вторинної переробки шлаків.....	46
3.2 Комплексна ділянка для вторинної переробки шлаків на АТ «НЗФ».....	49
3.3 Оцінка економічної ефективності проекту	52
3.4 Оцінка екологічної ефективності проекту	55
3.5 Розробка стартап-проекту	57
3.5.1 Опис ідеї проекту	58
3.5.2 Технологічний аудит проекту.....	61
3.5.3 Ринкові можливості запуску стартап-проекту.....	61

3.5.4. Розробка ринкової стратегії проекту	71
3.5.5. Розробка маркетингової програми стартап-проекту	75
Висновки до розділу 3	78
ВИСНОВКИ.....	79
СПИСОК ВИКОРИСТАНИХ ДЖЕРЕЛ.....	81
Додаток А.....	86
Додаток Б	88
Додаток В	89

ПЕРЕЛІК УМОВНИХ ПОЗНАЧЕНЬ, СИМВОЛІВ, СКОРОЧЕНЬ І ТЕРМІНІВ

АТ – акціонерне товариство;

ГДК – гранично допустима концентрація;

НПС – навколишнє природне середовище;

ТМУ – техногенно мінеральне утворення.

ВСТУП

Актуальність теми. Комплексне і раціональне використання сировини на всіх стадіях переробки, є найважливішим технологічним завданням сучасного виробництва, особливо для такої матеріаломісткої галузі промисловості, як чорна металургія, де при виплавці чавуну, сталі та феросплавів неминуче утвориться велика кількість технологічних відходів (шлаків). В результаті багаторічної господарської діяльності, на територіях металургійних підприємств накопичені багатомільйонні відвали шлаків, обсяг яких продовжує збільшуватися.

Актуальність ефективного рециклінгу феросплавних шлаків з кожним роком зростає. Виснаження запасів руд, поряд з падінням світових цін на феросплави, змушують підприємства шукати шляхи зниження собівартості виробництва. Також, важливим є поліпшення екологічної складової, яка пов'язана з комплексною переробкою шлакових відвалів, що дає можливість звільнити зайняту територію або хоча б не розширювати її до невизначених меж. У передових країнах світу, спостерігається тенденція до збільшення обсягу використання у виробництві вторинної сировини, отриманої за рахунок ефективної переробки відходів виробництва.

Мета та задачі дослідження. Метою даної магістерської дисертації є удосконалення ділянки вторинної переробки шлаків за рахунок впровадження нової установки для відділення металоконцентрату від шлаку.

Для досягнення вказаної мети поставлено і вирішено наступні завдання:

1. Провести літературний та патентний огляд з питань утворення феросплавного шлаку та проаналізувати їх впливу на компоненти навколишнього середовища.

2. Виконати аналіз методів вторинної переробки шлаків та вилучення з них металеві фази.

3. Встановити залежність виходу шлаку від кількості виготовленої продукції та розрахувати вихід важких металів зі шлакового відвалу на прикладі АТ «Нікопольський завод феросплавів».

4. Розробити комплексну ділянку вторинної переробки феросплавних шлаків.

5. Розробити стартап-проект.

Об'єкт дослідження – є процеси переробки шлаків та способи вилучення з них металоконцентрату.

Предмет дослідження – показники процесу утворення та переробки шлаків, які характеризуються екологічністю та економічною ефективністю.

Методи дослідження. В магістерській роботі використано такі методи досліджень, як: метод аналізу – для узагальнення досягнень з питання вторинної переробки шлаків; метод порівняння – за допомогою якого було визначено необхідний спосіб вилучення металоконцентрату зі шлаку; метод апроксимації даних – для встановлення залежності кількості утвореного шлаку від об'ємів виробництва. Під час виконання роботи були використані такі комп'ютерні програми: AutoCAD, Microsoft Office Excel та розширення draw.io для побудови план-схем.

Наукова новизна одержаних результатів полягає у встановленні залежності кількості утвореного шлаку від об'ємів феросплавного виробництва та обробці результатів експерименту з визначення виходу важких металів з маси відвального шлаку.

Практичне значення одержаних результатів:

– розроблена та запропонована комплексна ділянка для переробки шлаків феросплавного виробництва, яка має на меті повну розробку відвалу з кінцевою реалізацією продукції;

– можливість використання результатів дисертаційної роботи при розробці ділянок рециклінгу шлаку на усіх металургійних підприємствах.

Апробація результатів наукової роботи. Результати наукових досліджень були представлені на IX Міжнародній науково-технічній

конференції «Енергетика. Екологія. Людина» (25 – 26 травня 2017 року); на II Всеукраїнській студентській науково-практичній конференції з міжнародною участю «Наука XXI століття: виклики, пріоритети, перспективи досліджень» (22 березня 2018 року); на I науково-технічній конференції магістрантів ІЕЕ (за результатами дисертаційних досліджень магістрантів) (21–22 листопада 2018 року) та опубліковані в Інформаційному бюлетні з охорони праці №4 ДУ «ННДІПБОП» (Квітень 2016 року).

1 АНАЛІЗ НАУКОВИХ ДОСЛІДЖЕНЬ З ПИТАННЯ ВТОРИННОЇ ПЕРЕРОБКИ ШЛАКІВ

Дослідженням з питання накопичення та повторного використання шлаків феросплавного виробництва займається багато вітчизняних та закордонних вчених, так, наприклад, особливу увагу слід звернути на роботи Гасика М. І., Куцина В. С., Лапіна Є. В., Валуєва Д. В. та інших.

Куцин та Гасик у роботі [1] надають опис виробництва феросплавів на АТ «Нікопольський завод феросплавів», на прикладі якого розглядається рішення задачі накопичення шлакових відходів. Однак в представленому посібнику наведені лише загальні рекомендації по зменшенню антропогенного впливу шлакових відвалів на ґрунти проммайданчиків.

Курякова Н. Б. у дисертації [2] показує як можна повторно використовувати шлаки, які негативно впливають на НПС при їх зберіганні, що дозволяє більш ефективно використовувати територію заводу, а також забезпечить підприємство недорогими будівельними матеріалами.

У роботах Валуєва [3] розглянуті питання складу та фізико-хімічних властивостей шлаків чорної та кольорової металургії. Детально викладені технологічні рішення з питання прибирання шлаків від плавильних агрегатів, а також можливі варіанти грануляції шлакових розплавів.

Також даному питанню присвячена велика кількість патентів, як в Україні, так і за кордоном. Так роботи [4], [5], [6] присвячені технологічним рішенням способів вторинної переробки шлаків та методам вилучення металоконцентрату з них. Патентний пошук показав велику кількість схожих результатів, що говорить про відсутність в даній сфері фундаментальних досліджень проблеми вторинного використання шлаків, та вивчення їх негативного впливу на навколишнє природне середовище. Що в свою чергу вказує на актуальність представленої теми дослідження як зараз, так і в майбутньому.

1.1 Утворення шлаків на феросплавному виробництві

Виробництво феросплавів засновано на процесах відновлення хімічних елементів з оксидів, що входять до складу руди або концентрату, і супроводжується обов'язковим утворенням шлаку. Отже металургійні шлаки, зокрема, шлаки феросплавного виробництва, є супутнім продуктом технологічного процесу. Їх кількість залежить від багатьох факторів таких як технологія процесу, вид і якість сировини, склад футерування плавильного агрегату та інших. Утворений шлак за допомогою спеціальних шлаковозів вивозять до шлакового відвалу, де він застигає, та очікує подальшої обробки. Процес зливу гарячого шлаку представлено на рис. 1.1.



Рисунок 1.1 – Злив гарячого шлаку у відвал

По виду марганцевих феросплавів розрізняють шлаки феромарганцю, силікомарганцю та марганцю металічного. При виробництві марганцевих

феросплавів зі шлаками втрачається близько 22 % марганцю, який потім знаходиться у відвалах.

Як зазначено у роботі [3] «У плавильній зоні шлак формується в ході відновлювальних процесів. Повнота реакцій відновлення визначається хімічною активністю компонентів міцністю з'єднань елементів з киснем і швидкістю процесу, тобто його кінетичними особливостями. Прискорити процес відновлення оксидів можна за рахунок ретельної підготовки шихтових матеріалів до плавки, підвищення температури в печі, перемішування розплавів, зниження в'язкості шлакового і металевих розплавів при введенні поверхнево активних речовин.»

У складі шлаку, окрім мінеральної частини, присутня металева фаза, яка в свою чергу містить важкі метали. Хімічний склад відвального шлаку АТ «Нікопольський завод феросплавів» (далі – АТ «НЗФ») представлений у табл. 1.1.

Таблиця 1.1 – Хімічний склад відвального шлаку на АТ «НЗФ» [7]

Компонент шлаку	SiO ₂	Mn	CaO	MgO	Al ₂ O ₃	S	Pb	Cd	P
Вміст, %	45-50	13-18	12-19	2-5	6-9	08- 1.3	0.4- 0.7	0.6- 0.9	0.004- 0.01

Гранулометричний склад такого техногенного утворення як шлаковий відвал залежить від виду самого шлаку, способу його збирання, первинної переробки, умов утримання і термінів зберігання відвальної маси. Так, наприклад, у відвалах Нікопольського заводу феросплавів, де складають шлак без первинної обробки, переважають крайні класи більше 120 та менше 10 мм, а також присутня велика кількість включень металу і негабаритного шлаку [8].

1.2 Забруднення навколишнього середовища шлаками

Як зазначалось вище, шлаки є однією з особливостей виробництва феросплавів. Найчастіше їх зберігають у відвалах, які займають значні території та чинять негативний вплив на природні ресурси – атмосферу, водні ресурси та землю. У табл. 1.2 наведено кількість утворених шлаків на АТ «НЗФ», починаючи з 2016 року.

Таблиця 1.2 – Кількість утворених шлаків на АТ «НЗФ» по роках [9].

Рік	Квартал	Кількість утвореного шлаку, тонн
2016	1 квартал	166 267
	2 квартал	192 729
	3 квартал	190 169
	4 квартал	193 856
	Всього за рік	743 021
2017	1 квартал	185 132
	2 квартал	192 806
	3 квартал	193 607
	4 квартал	200 332
	Всього за рік	771 877
2018	1 квартал	205 128
	2 квартал	204 132
	3 квартал	184 217
	Всього	593 477

Рівень впливу відвалу на повітря та ґрунт залежить від гранулометричного складу відходів та їх подрібнення при довготривалому зберіганні. Так вплив на атмосферу відбувається внаслідок пилоутворення на поверхні відвалу і поширення цього пилу на значні відстані, що можливо навіть при малих швидкостях вітру. Відповідно до розрахунків, представлених у роботі [10], інтенсивність виносу пилу з відвалу шлаків Нікопольського заводу феросплавів при їх статичному зберіганні, становить 280 г/с.

Під час дощу або снігу відбувається вимивання важких металів у ґрунтові води, і, як наслідок, ці сполуки можуть мігрувати до поверхневих вод або впливати на організм людей, що проживають поблизу санітарно-захисної зони, це можуть бути захворювання очей та дихальної системи). Вплив на земельні ресурси можна розглядати в двох аспектах, зокрема це хімічне забруднення землі, що включає зміну фізико-хімічних властивостей ґрунту та порушення земної поверхні за рахунок утворення техногенних рельєфів.

У Додатку А наведено результати аналізу ґрунту проммайданчика за перші три квартали 2018 року, надані лабораторією заводу [11]. Дані по вмісту шкідливих речовин в ґрунті біля шлакового відвалу представлено у вигляді табл. 1.3.

Таблиця 1.3 – Вміст шкідливих речовин та їх максимально разові ГДК у ґрунті біля шлакового відвалу

Речовина	Виявлена концентрація, мг/кг			
	1 квартал 2018 р	2 квартал 2018 р	3 квартал 2018 р	В середньому за період
1	2	3	4	5
Хлор (Cl)	29.78	36.5	38.65	34,98
Сульфур (S)	6.38	8.56	10.2	8,38

Продовження таблиці 1.3

1	2	3	4	5
Фосфор (P)	57.68	56.98	59.2	57,95
Нафтопродукти	805	825	826	818,67
Манган (Mn)	13137.4	14185.65	16452,3	16127,62
Ферум (Fe)	8302.7	8252.01	8156.2	8236,97
Кальцій (Ca)	735.7	745.2	715.2	732,03
Магній (Mg)	851.5	965.23	942.55	919,76
Плюмбум (Pb)	68.16	65.2	72.2	68,52
Кадмій (Cd)	10.56	9.8	8.4	9,56

Особливо небезпеку серед представлених речовин мають важкі метали, такі як Манган, Плюмбум та Кадмій, в зоні шлакового відвалу, для цих речовин було виявлено перевищення ГДК максимально разового. Для більшої наочності на рис. 1.2 представлено значення концентрації важких металів та їх ГДК.

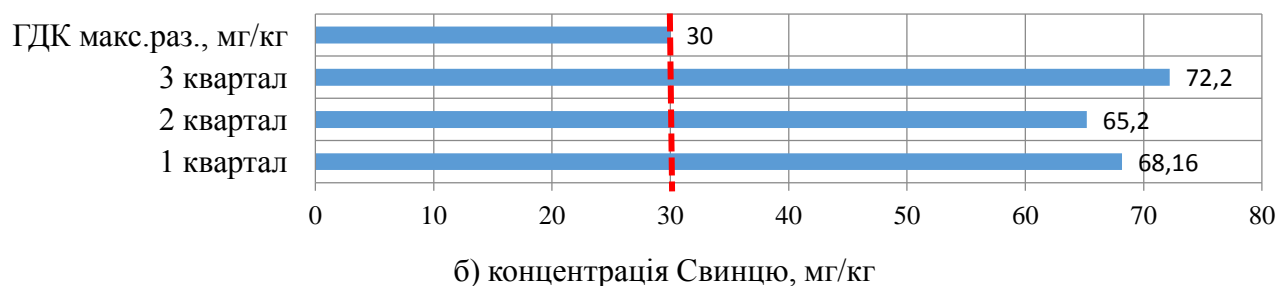




Рисунок 1.2 – Концентрація важких металів в ґрунті біля шлакового відвалу [11]

З водними потоками геохімічно активні сполуки Мангану інтенсивно мігрують, але при зміні теплового, окисно-відновних режимів вони можуть осідати та акумулюватися в ландшафтах [12].

Для визначення рівня забруднення оточуючого середовища від феросплавного шлаку, в лабораторії при АТ «Нікопольський завод феросплавів» було проведено моделювання процесу гідролізу відвальної маси [13].

Згідно даних [14] в районі дослідження, на території шлакового відвалу, повітря містить в сірчистий ангідрид (SO_2) в концентраціях, що значно перевищують фонові. Отже, можна зробити висновок, що через товщу шлакового відвалу буде просочуватись не просто вода, а сульфатна кислота, утворена від взаємодії атмосферних опадів з SO_2 . Для подальшого дослідження зробили припущення, що на відвальну масу потрапляє дощова вода з вихідною концентрацією H_2SO_4 приблизно рівній $0,0001\text{н}$.

Отже, в якості реагенту для моделювання взаємодії зі шлаком була обрана сульфатна кислота концентрацією $0,0001\text{н}$. Маса експериментального шлаку становить 267 г. Для моделювання процесу прискореного гідролізу відвальної маси в часі, було використано сульфатну кислоту в концентраціях, що перевищують вихідну в 10, 100, і 1000 разів. Це зроблено для найбільш повного вивчення міграції хімічних елементів, а також для порівняння

отриманих даних з результатами аналізу елюатів представлених концентрацією H_2SO_4 , що еквівалентна дощовій воді.

Час взаємодії сульфатної кислоти зі шлаком складав 14 днів, після чого брався елюат, і шлак знову заливався сульфатною кислотою для зняття наступної проби. Час в 14 днів було визначено з урахуванням коефіцієнта фільтрації шлаку, що дорівнює 3,3 м/добу. Наступні розрахунки було проведено для відвальної маси висотою 30 метрів. Отже кислота, що утворилася на поверхні відвалу, за теоретичним розрахунком за 9 днів досягне його основи, але з урахуванням наявності в відвальній масі різних літологічних і геохімічних бар'єрів, розрахунковий час було збільшено до 14 діб.

Всього було зроблено по 8 промивок з 4 різних варіантів. Так само для виявлення визначальної ролі сульфатної кислоти в процесі гідролізу шлаку, зроблено 4 промивання відвальної маси дистильованою водою. Дані по проведеному аналізу представлені в табл. 1.4 [13].

Таблиця 1.4 – Вміст важких металів в елюаті с дистильованою водою, мг/л

	Кадмій (Cd)	Свинець (Pb)	Марганець (Mn)
Чиста H_2O для відмивки	0,000067	0,0041	0,0013
1 промивка	0,019	0,014	0,512
2 промивка	0,0096	0,011	0,156
3 промивка	0,0083	0,00028	0,0601
4 промивка	0,00148	0,000101	0,0142
ГДК _{у воді} , мг/л	0,001	0,03	0,1

Як видно з табл. 1.4, при дії на відвал дистильованою водою, вміст важких металів незначний, хоча і спостерігається деяке перевищення ГДК для

водних об'єктів господарсько-питного та культурно-побутового водокористування. Вихід Магнію і Феруму при обробці відвальної маси дистильованою водою не виявлено, або воно незначне. Отже, доходимо висновку, що первинним чинником, що визначає гідроліз відвальної маси, є сірчана кислота, що міститься в дощовій воді.

Результати гідролізу шлаку сульфатною кислотою в різних концентраціях представлено у табл. 1.5, що узагальнює вихід досліджуваних компонентів за весь час дослідження (112 днів) з середнім показником значення pH.

Таблиця 1.5 – Результати хімічного аналізу елюатів

Концентрація H_2SO_4	pH	Вихід досліджуваних компонентів зі шлаку, мг					
		Cd	Pb	Mn	Ca	Fe	Mg
0,1н	3,7	0,05974	0,83667	42,257	530,266	212,8	451,8898
0,01н	4,1	0,03234	0,47312	26,452	148,29	115,26	319,083
0,001н	4,6	0,0189	0,12316	16,013	64,2618	95,2491	48,587
0,0001н	5,4	0,016257	0,11407	9,721	34,0369	17,819	23,8101

Отже, як видно з представленої моделі [13], при атмосферних опадах на території шлакового відвалу спостерігається значний вихід, зі шлаку, важких металів, які проходячи через всю товщу відвалу, потрапляють до ґрунту, де вони можуть або мігрувати на певні відстані, або накопичуватись на місці. А це означає, що такі техногенні утворення як шлакові відвали потребують додаткових досліджень та пошуку методів і способів для зниження або повної ліквідації негативного впливу відвалу на навколишнє природне середовище.

1.3 Способи вторинної переробки шлаків та вилучення з них металевої фази

В Україні існує та більш поширена практика накопичення шлаків у відвалах, так званих техногенно мінеральних утвореннях (ТМУ).

Утворені відвали, в свою чергу, чинять значний вплив на НПС, оскільки:

- займають великі площі земель і призводять до їх деградації;
- відбувається вивітрювання пилу з поверхні відвалу;
- важкі метали потрапляють до ґрунту разом з атмосферними опадами.

Для того щоб зменшити негативний вплив шлаків на НПС, існує ціла низка різноманітних заходів, спрямованих на роботу або з відвалами, або з рідкими гарячими шлаками. Розглянемо більш детально різні способи переробки шлаків та шляхи вилучення з них металевої фази.

1.3.1 Методи вторинної переробки шлаків

Найбільш поширеним шляхом вторинної переробки шлаків, як в Україні так і в світі, є грануляція шлаку. За даними [15], у вітчизняній практиці застосовують технологію двухстадійної грануляції шлаку, яка дозволяє одночасно підвищити якість гранульованого шлаку і вирішити ряд екологічних питань.

Технологія здійснюється в дві стадії, передбачаючи початкове інтенсивне охолодження розплаву без контакту з водою. При цьому шлак твердне у вигляді тонких пластин склоподібної структури. Подальше їх охолодження відбувається в воді, що призводить до розтріскування і отримання щільного крупнозернистого матеріалу [15].

Одержуваний продукт має щільність до $1300-1400 \text{ кг/м}^3$ і відповідає вимогам ДСТУ Б В.2.7-302:2014 [16], а отже він може успішно використовуватися в цементній промисловості. Установка відрізняється

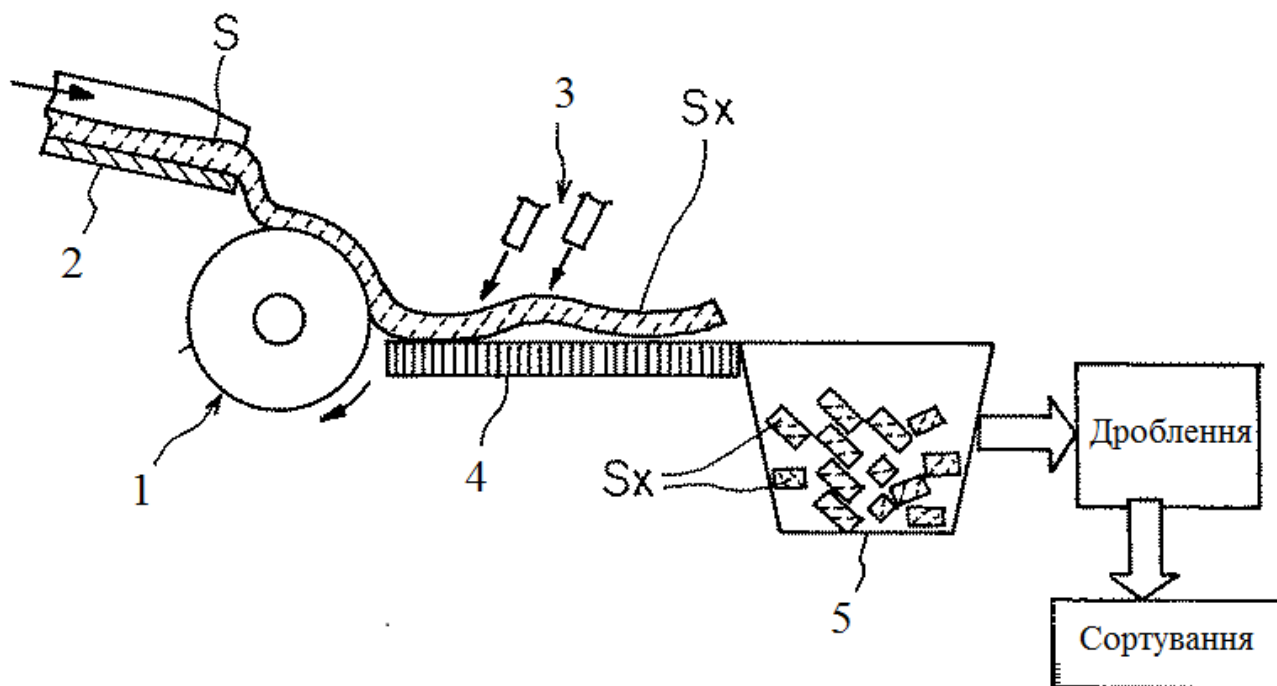
простотою і надійністю, має малу енергоємність. Така установка (потужністю 1.5 млн. т/рік) була виготовлена і введена в експлуатацію на комбінаті «Запоріжсталь» [15].

Також відомий спосіб переробки шлаків на грануляційних установках барабанного типу [15]. В цьому випадку розплав подається на обертовий барабан та стикаючись з його поверхнею, дробиться на гранули, які падають на майданчик або у водний басейн. Їх можна монтувати в безпосередній близькості від плавильних агрегатів. Механізми барабанного типу являють собою обертові барабани з зовнішнім охолодженням, всередину яких заливають шлак. Шлакова продукція в цьому випадку виходить у вигляді не фракціонованого щебеню. До недоліків установок барабанного типу відносимо велику металомісткість, а також необхідність подальшого сортування шлаку для отримання стандартної продукції.

Ще одним із перспективних напрямків є переробка шлаків у розплавленому стані [15]. В даний час шлаки переробляються, в основному, в твердому вигляді, проте це менш ефективно, ніж переробка розплавів. Адже тверді шлаки - це міцні, високоабразивні матеріали, що містять значну кількість металу. Обладнання, що використовується для дроблення, сортування і сепарації шлаку, швидко зношується і виходить з ладу. У зв'язку з цим в Україні розробляють різноманітні установки, які зможуть працювати з розплавленими шлаками, використовуючи в якості енергоносіїв воду, пар і повітря.

Один із варіантів, який застосовують у Японії, це охолодження розплаву за допомогою обертових валків з подальшим дробленням, така технологія описана в патентах [17] та [18]. Основна ідея заключається в подачі розплавленого шлаку зі спеціальної форми на горизонтальний барабан для охолодження. Далі шлак додатково охолоджують за допомогою води, що вприскується через форсунки. Всередині охолоджувального барабана передбачений механізм охолодження, в якому і проходить холодоагент, (зазвичай це вода але можна використовувати й інші рідини чи газу). Біля

барабана розташовано конвеєр по якому охолоджений шлак потрапляє до шлакового резервуару. В резервуарі також можна застосовувати холодоагент (якщо це потрібно). З резервуара шлак йде на подрібнення та сортування; основні вузли представленої технології зображено на рисунку 1.3.



S – розплавлений (рідкий) шлак; Sx – охолоджений шлак; 1 – барабан охолодження; 2 – лоток для подачі шлакового розплаву; 3 – форсунки для додаткового охолодження; 4 – конвеєр; 5 – резервуар для збору охолодженого шлаку

Рисунок 1.3 – Основні вузли устаткування для охолодження та подальшої переробки шлакового розплаву [17]

Цікавою перевагою цієї технології є те, що всі вузли устаткування можна модифікувати. Так, наприклад, охолоджувальний барабан не обов'язково повинен бути у вигляді гладкого циліндричного елементу, він може мати певні нерівності або зазубрини. Додаткове охолодження також може видозмінюватися або ж взагалі прибиратись із процесу.

Схожа технологія представлена у патенті [19], дане устаткування відрізняється від попереднього тим, що перед подачею шлакового розплаву на

охлаждающий барабан потік примусово розділяють на окремі потоки, що допомагає розплаву охолоджуватись швидше. Винахід дозволяє з'єднати процес зливу шлаку з його охолодженням і дробленням, а також здійснювати прийом, обробку і прибирання шлаку безпосередньо під металургійною ємністю [19].

Рідкий шлак також застосовують для виробництва шлакової вати, це різновид мінеральної вати, що складається з тонких мінеральних волокон, одержаних шляхом продування струменя розплавленого шлаку сильним струменем стисненого повітря [20]. Найбільш ефективним способом виробництва вати є її отримання безпосередньо з первинних шлакових розплавів доменних печей. Як приклад цієї технології можна розглянути патент [21]. Мінеральна вата виготовляється з розплавлених силікатів за допомогою процесу швидкого охолодження, завдяки чому досягається склоподібна структура. Даний продукт можна застосовувати як наповнювач при виготовленні цегли для підвищення її характеристик та зменшення собівартості.

Вогненно-рідкі шлаки металургійної промисловості являють собою цінну сировину для отримання різних литих матеріалів і виробів. Технологія їх виробництва відносно проста і в загальному вигляді може бути представлена схемою, представленою на рис. 1.4 [22].

Шлаколита продукція відрізняється від більшості будівельних матеріалів високими фізико-механічними властивостями. Так, наприклад, їх міцність у кілька разів перевищує міцність вихідного скла і близька до міцності чавуну і сталі, хоча в той же час шлаколита продукція в 3 рази легша. Цей матеріал можна піддавати різним способам механічної обробки: шліфовці, поліровці, різанні, свердління алмазним або карборундовим інструментом, а також зміцнити загартуванням [23].

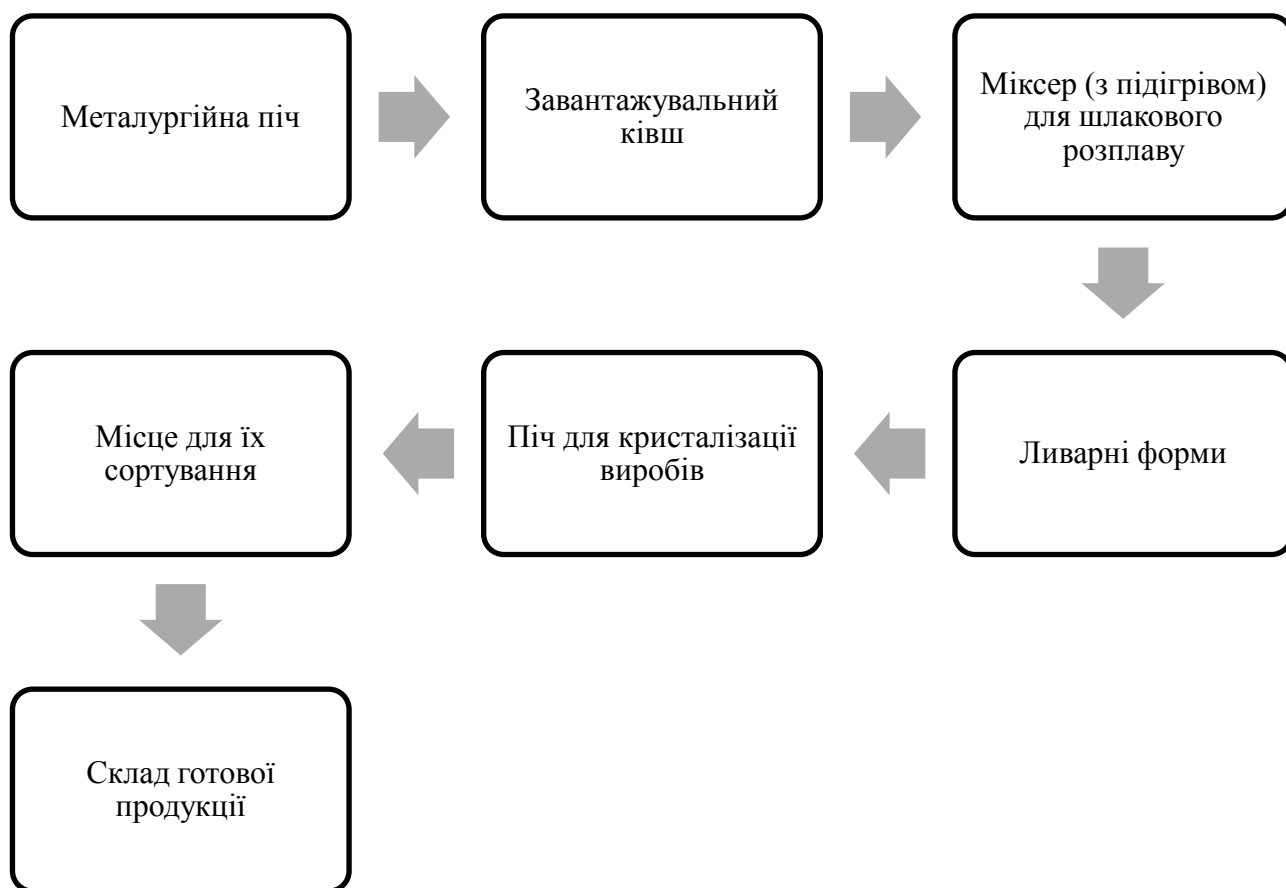
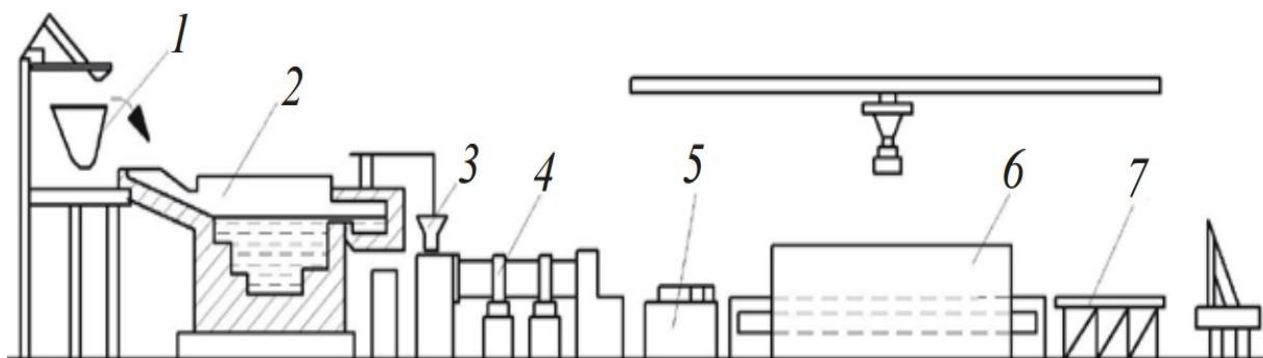


Рисунок 1.4 – Загальна схема виробництва шлаколитої продукції [22]

Закристалізовані шлаки за своїми міцнісними характеристиками відповідають бетону марки 550-700 та можуть використовуватися при температурах до 900°C, та замінювати метал, вогнетривкі матеріали, бетон, збільшуючи термін служби обладнання в 1,5-6 разів [1]. З розплавлених металургійних шлаків відливають різноманітні вироби: камені для мощення доріг і підлог промислових будівель, тюбінги, бордюрний камінь, протикорозійні плитки, труби і ін.

Литі вироби з шлакового розплаву економічно більш вигідні, ніж кам'яне лиття; при цьому вони наближаються до останнього за механічними властивостями. Середня щільність литих виробів з шлаку досягає 3000 кг/м³, а межа міцності при стисненні - 500 МПа. Литі вироби з шлаку ефективніші, ніж сталь, в різних футерівках, бункерах і тачках для транспортування абразивних

матеріалів (руд, агломерату, щебеню, піску і т.д.). Їх термін служби в 5-6 разів більший за термін служби сталевого футерування [22]. На рис. 1.5 представлена одна із схем виробництва литих труб відцентровим способом [19].



1 - шлаковозний ківш; 2 - ванна піч; 3 - дозатор; 4 – відцентрова машина;
5 - гідравлічний штовхач; 6 - піч відпалу; 7 – стенд контролю

Рисунок 1.5 – Схема виробництва литих труб відцентровим способом [22]

1.3.2 Методи вилучення металевої фази зі шлаків

У відвалах феросплавних шлаків окрім мінеральної частини знаходиться близько 20% металевої фази, яка при вторинній переробці шлаків може негативно впливати на характеристики вихідної продукції та стан технологічного устаткування. Отже перед переробкою відвального шлаку необхідно проводити вилучення металоконцентрату, що дозволить не тільки покращити екологічну ситуацію, а й буде економічно ефективним для підприємства. Розглянемо основні способи за допомогою яких можна вилучити металеву фазу зі шлаку.

Для вилучення марганцевих сплавів з відвальних і поточних шлаків можна застосувати технологію гідравлічного відсаджування і пневматичної сепарації [24]. Дані технології ґрунтуються на подвійній різниці в щільності сплавів і шлаків, що забезпечує високу ефективність розділення продуктів. Для

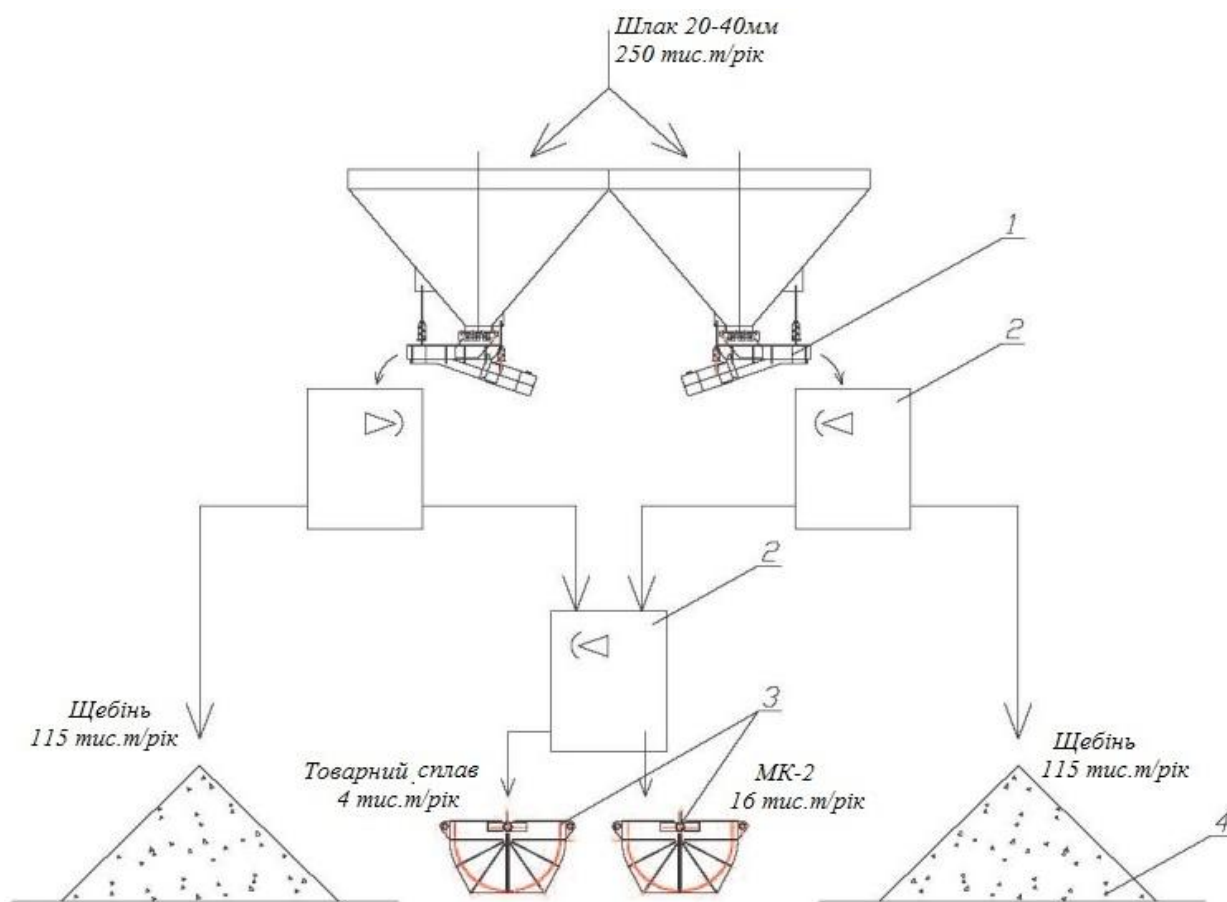
більшості сепараторів існує така тенденція, що чим менший розкид фракцій тим ефективніша їх робота, і саме через це вихідний матеріал розподіляється на дві фракції (1-5 (6) мм і 5 (6) -25 мм) і в подальшому підлягає сепарації окремо.

Метод гідравлічного відсаджування вивчався при дослідженнях [25], на прикладі відсадження металоконцентрату зі шлаків Нікопольського заводу феросплавів. Вміст марганцю в відвальних шлаках не перевищував 13%. Гідравлічне відсадження дрібних фракцій (0-5 мм) проводиться на машині ОМРМ-8, а великих класів (5-20 мм) на устаткуванні марки МОБК-80 [25].

Одним із перспективних способів вилучення металоконцентрату є рентгенорадіометрична сепарація шлаків. Принцип її дії заснований на збудженні атомів хімічних елементів потоком рентгенівського випромінювання з реєстрацією характеристичного і розсіяного рентгенівського випромінювання від кожного шматка.

Реєстрація рентгенівського випромінювання здійснюється по двом каналам з подальшою миттєвою обробкою сигналів і прийняттям рішення про відстріл певного шматка з потоку за заданим алгоритмом. Дана технологія використовує ідентифікацію шматків, що містять атоми певного хімічного елемента, за їх специфічним рентгенівським випромінюванням. Ідентифіковані таким чином шматки виводяться з потоку при їх вільному падінні, за рахунок чого досягається висока селективність і ефективність цього методу сепарації [26].

Представлена технологія вже була впроваджена на Аксуському і Актюбінському феросплавних заводах, вся технологія рентгенорадіометричного збагачення в цілому відрізняються низькими капітальними витратами і досить швидко (4-6 місяців) може бути впроваджена на будь-якому об'єкті [27]. На рис. 1.6 представлена технологічна схема рентгенорадіометричної сепарації шлаків.



1 – віброживильник; 2 – рентгенофлюорисцентний сепаратор СРФ 4-50; 3 – контейнери з метало концентратом та товарним сплавом; 4 – щебінка

Рисунок 1.6 – Технологічна схема рентгенорадіометричної сепарації шлаків [25]

Ще один із інноваційних методів представлено в патенті [28], причому винахід можна застосовувати не тільки у феросплавному, а й у виробництві чавуну та сталі. Представлена технологія заключається в попередній обробці розплаву ультразвуком з частотою коливань 18-22 кГц. Після поділу шлак піддають грануляції. Метал з суміші гранчака витягають магнітним полем і відправляють на переплавку, а кінцевий шлак направляють в будівельне виробництво.

Обробка ультразвуком дозволяє збільшити кількість вилученого металоконцентрату зі шлакового розплаву. Що підтверджено певними дослідями описаними в самому патенті: так наприклад після звичайної

магнітної сепарації вміст металу в шлаку склав 21.4%, а при аналогічній процедурі (тільки після обробки ультразвуком) вміст металу становив 5,2 %.

При обробці розплавів спостерігається активне перемішування металу і шлаку і метал в невеликих кількостях втягується в шлак, а шлак втягується в метал. В результаті інколи можна спостерігати зниження якості металу за рахунок включень шлаку і пухирців газу, а деякі корольки металу разом зі шлаком не переробляються і складуються у відвалах.

Ще однією інноваційною технологією є сенсорне сортування шлаків. (розроблена науково-виробничим підприємством «Гамаюн»). Дана методика дозволяє витягувати металеві включення з фракціонованого феросплавного шлаку незалежно від фізичних властивостей металоконцентрату (питома вага, магнітні властивості та ін.).

Технологія має низькі показники по енергоспоживанню (витрата електроенергії - менше 1 кВт тонну вихідної сировини) і не вимагає водного ресурсу [29].

На рис. 1.7 представлена принципова схема технології сенсорного сортування шлаків.

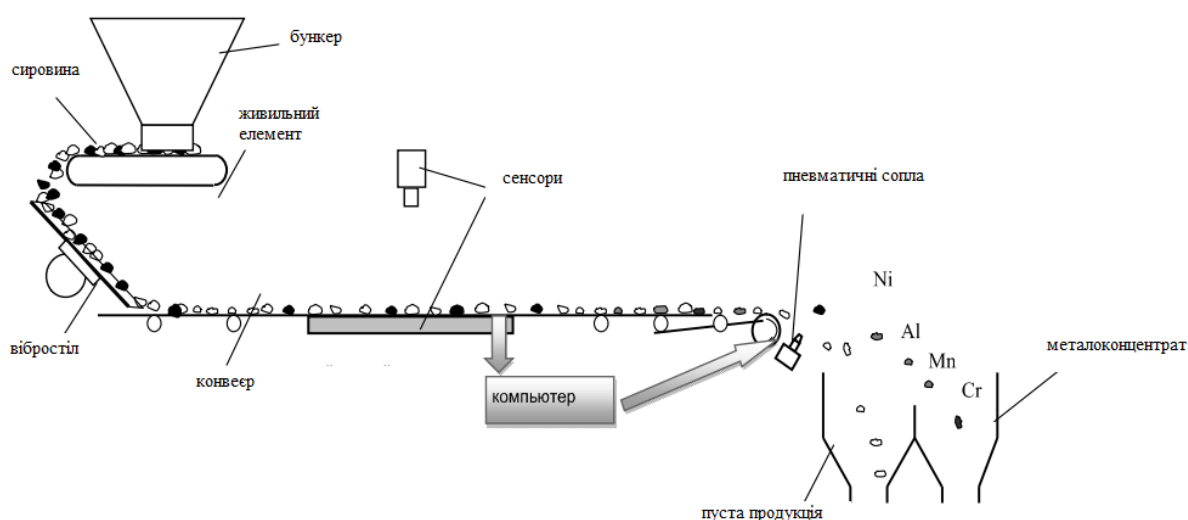


Рисунок 1.7 – Схема технології сенсорного сортування шлаків [29]

Початкова сировина завантажується в бункер, звідки подається на вібростіл. Вібростіл формує шар матеріалу і подає його на стрічку транспортного конвеєра. При переміщенні сировини на конвеєрі відбувається контроль, фіксація і аналіз параметрів окремих шматків матеріалу. За допомогою спеціального програмного продукту процесор обробляє дані і формує керуючий сигнал для пневматичного сортувального пристрою, який відбиває повітряними струменями виділені, в результаті аналізу, шматки матеріалу. Таким чином, формується два потоки матеріалу металоконцентрат та зметалений щебінь.

Отже така технологія має ряд певних переваг:

- дозволяє здійснювати сортування на підставі непрямих ознак обумовлених складом сировини;
- запиленість і забрудненість поверхні сировини не впливає на якість сортування, так як аналізу підлягає весь об'єм;
- фізичні характеристики (вага, магнітні властивості, колір тощо) не роблять вирішального впливу на якість сортування;
- технологія не вимагає водного ресурсу;
- відсутні механічні процеси, на які витрачається велика кількість енергії, наприклад - подрібнення.

Висновки до розділу 1

В розділі було проведено аналіз літературних джерел та патентів, який показав, що шлаки являються супутніми продуктами феросплавного виробництва, а їх накопичення у відвалах це актуальна тема для сьогоденного стану промисловості.

При цьому шлакові відвали чинять негативний вплив на атмосферу (внаслідок пилоутворення на поверхні відвалу і поширення цього пилу на значні відстані). Як видно з моделі [13] під час дощу або снігу відбувається вимивання важких металів у ґрунтові води, і, як наслідок, ці сполуки можуть

мігрувати до поверхневих вод або впливати на організм людей, що проживають поблизу санітарно-захисної зони. Вплив на ґрунти виражається у їх хімічному забрудненні та порушенні земної поверхні за рахунок утворення техногенних рельєфів.

Проведений аналіз методів вторинної переробки шлаків та способів вилучення з них металоконцентрату, показав, що на сьогодні в Україні існує велика кількість установок для переробки як відвального шлаку, так і його розплавів. Найбільш розповсюдженим методом переробки є гідрожолобна грануляція шлаку, а серед методів виділення металевої фази, більш вживаними є пневматична та рентгенорадіометрична сепарація шлаку.

2 ДОСЛІДЖЕННЯ СТАНУ ДІЛЯНКИ ВТОРИННОЇ ПЕРЕРОБКИ ШЛАКІВ НА АТ «НЗФ»

2.1 АТ «Нікопольський завод феросплавів» як об'єкт дослідження

Акціонерне товариство «Нікопольський завод феросплавів» є одним з найвизначніших підприємств усього металургійного комплексу України, найбільшим феросплавним заводом у Європі та займає друге місце у світі за кількістю вироблених марганцевих сплавів (станом на 2017 рік це близько 12% світового виробництва феросплавів) [1].

АТ «НЗФ» розташований в трьох кілометрах на північ від міста Нікополь (Дніпропетровська область). Його будівництво було передбачено, виходячи з умов прив'язки до родовища марганцевої руди (Нікопольський марганцевий басейн), джерел електроенергії (Запорізька атомна електростанція) та транспортних артерій (доступність водного, автомобільного та залізничного транспорту). У Додатку Б представлено план-схема заводу з переліком основних структурних одиниць. Згідно даних з джерела [30], об'єми виробництва та об'єми утвореного шлаку надано у табл. 2.1.

Таблиця 2.1 – Об'єми виробництва продукції на АТ «НЗФ» за 2012-2018 роки.

	Рік					
	2012	2013	2014	2015	2016	2017
Об'єми виробництва, тонн	847914	659762	937899	791874	676136	725512
Кількість утвореного шлаку, тонн	854256	664251	921235	821352	739021	771877

На рис. 2.1 представлена динаміка зміни об'ємів виробництва АТ «НЗФ» з 2012 по 2018 роки.

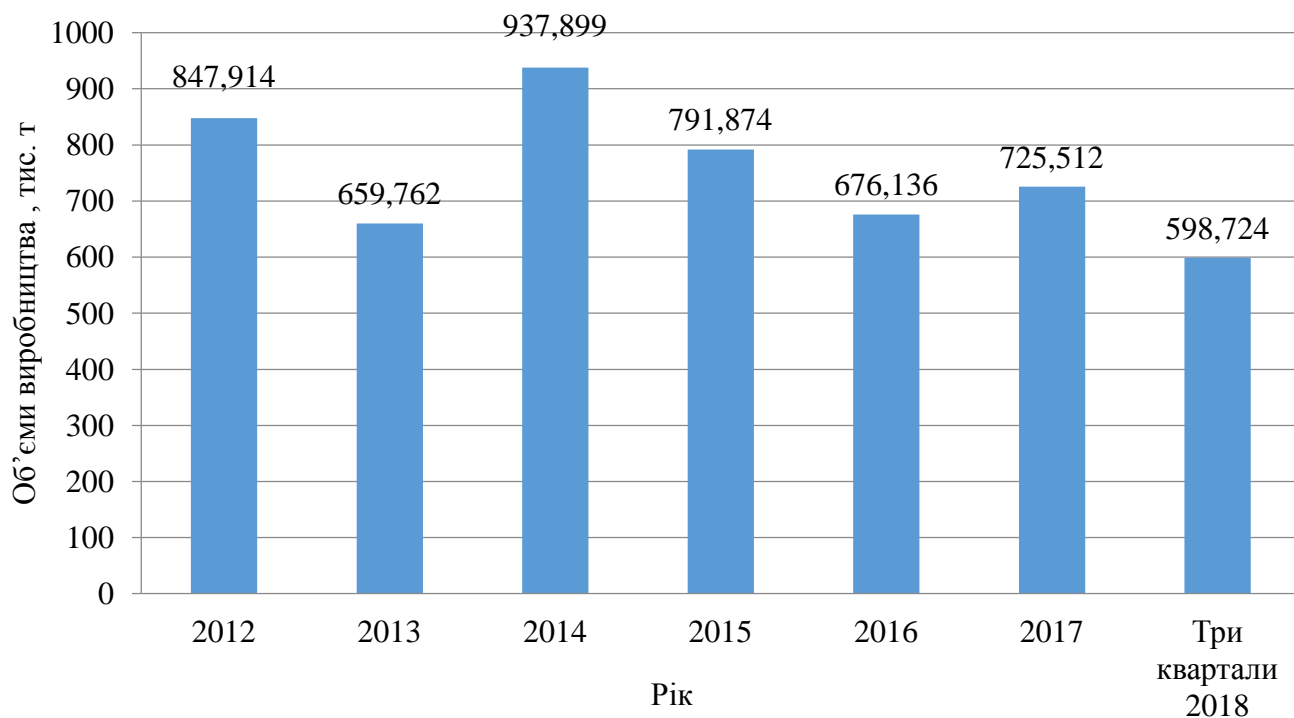


Рисунок 2.1 – Об'єми виробництва продукції на АТ «НЗФ» за 2012-2018 роки [30]

Це підприємство має найбільш розвинену систему моніторингу НПС, як в межах СЗЗ, так і на території міста. На НЗФ існує контрольно-аналітична лабораторія Центральної заводської лабораторії, яка проводить дослідження проб атмосферного повітря, викидів з джерел забруднення та стану ґрунтів.

2.2 Залежність виходу шлаку від кількості виготовленої продукції

Залежність виходу шлаку від кількості виготовленої продукції надасть змогу зробити прогноз кількості шлаку, що буде утворено в певному періоді і завдяки цьому можна буде, виходячи із ситуації змінювати сценарії, по яким буде відбуватись переробка шлаків. Це, наприклад: модифікація, виключення або додавання технологічних установок в залежності від їх потужності. В якості

вихідних даних розрахунку було використано табл. 2.1 [30] та надано у зручному вигляді (табл. 2.2).

Таблиця 2.2 – Вихідні дані для встановлення залежності

Об'єми виробництва, млн. тонн [30]	x	0,848	0,659	0,938	0,792	0,676	0,726
Кількість утвореного шлаку, млн. тонн [6]	y	0,854	0,664	0,921	0,821	0,739	0,772

Для встановлення емпіричної залежності використано метод найменших квадратів, який закладено в основу побудови ліній тренд. Розглянемо різні види апроксимуючих ліній, та в залежності від коефіцієнту кореляції оберемо той варіант залежності, який найбільш точно описує первинні дані. Розглянемо формули, за якими отримаємо остаточні рівняння регресії [31]:

1) Лінійна лінія тренду – використовується для апроксимації даних у відповідності до рівняння (2.1).

$$y = bx + c \quad (2.1)$$

де x, y – змінні; b – кут нахилу; c – координата перетину осі абсцис.

2) Поліноміальна – апроксимація в даному випадку відповідає формулі (2.2).

$$y = b + c_1x + c_2x^2 + c_3x^3 + \dots + c_nx^n \quad (2.2)$$

де x, y – змінні; b та $c_1 \dots c_n$ – константи.

3) Логарифмічна – апроксимація у відповідності до рівняння (2.3).

$$y = c \ln x + b \quad (2.3)$$

де x, y – змінні; b, c – константи/

4) Степенева – апроксимація у відповідності до формули (2.4).

$$y = cx^b \quad (2.4)$$

де x, y – змінні; b, c – константи.

5) Експоненціальна – використовується для апроксимації даних у відповідності до рівняння (2.5).

$$y = ce^{bx} \quad (2.5)$$

де x, y – змінні; b, c – константи.

Ступінь відповідності величин залежності можна оцінити за допомогою вибіркового коефіцієнту кореляції r , формула (2.6) [32].

$$r = \frac{N \sum_{i=1}^N x_i y_i - (\sum_{i=1}^N x_i)(\sum_{i=1}^N y_i)}{\sqrt{N(\sum_{i=1}^N x_i^2) - (\sum_{i=1}^N x_i)^2} * \sqrt{N(\sum_{i=1}^N y_i^2) - (\sum_{i=1}^N y_i)^2}} \quad (2.6)$$

Для розрахунку середньоквадратичного відхилення σ_y застосовують формулу (2.7)

$$\sigma_y = \sqrt{\frac{\sum_{i=1}^N (y_i - \bar{y})^2}{N}} \quad (2.7)$$

де \bar{x}, \bar{y} – середнє значення; N – кількість значень.

Побудуємо графіки апроксимуючих функцій в різних варіаціях (рис. 2.2 – 2.4).

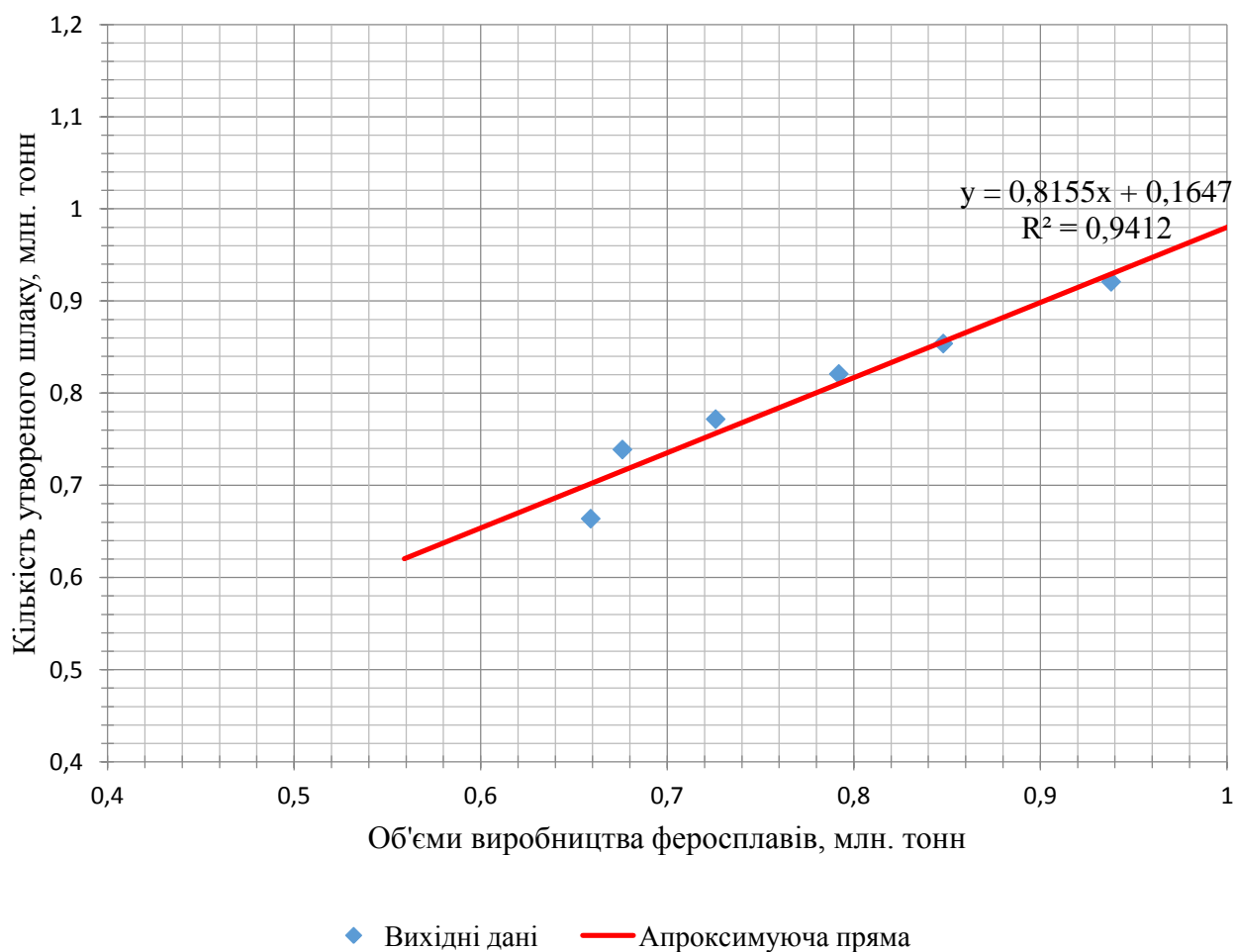


Рисунок 2.2 – Графік лінійної апроксимації даних.

Рівняння апроксимуючої прямої має вигляд

$$f(x) = y = 0,8155x + 0,1647,$$

Коефіцієнт кореляції дорівнює $r = 0,9702$, а середньоквадратичне відхилення $\sigma_y = 0,13887$.

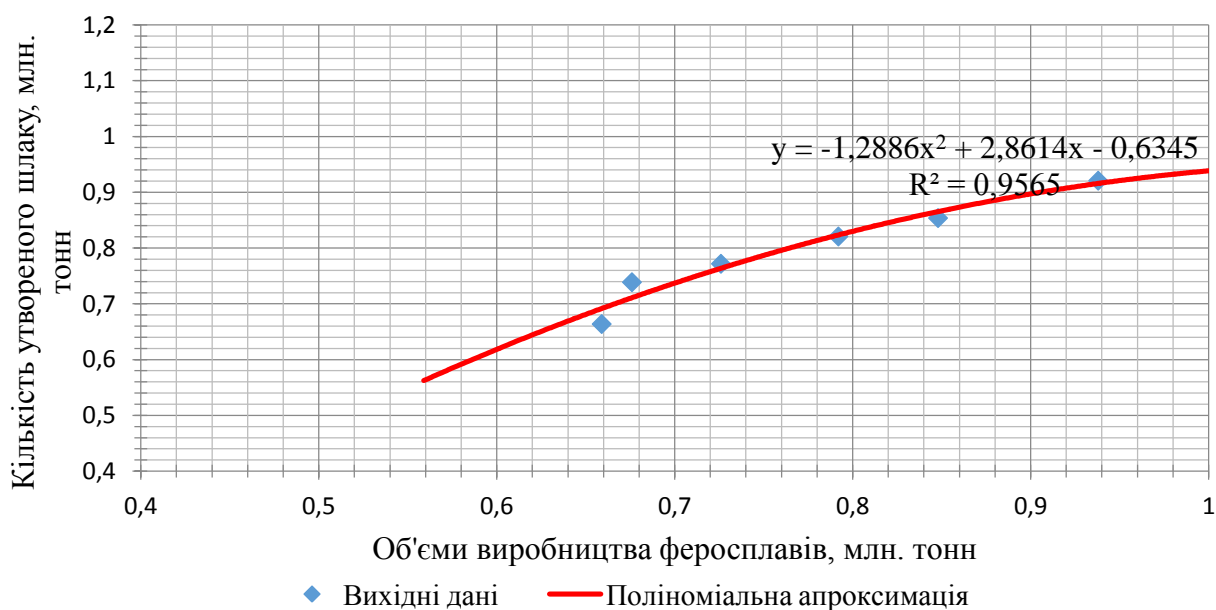


Рисунок 2.3 – Графік поліноміальної (2-го ступеня) апроксимації даних.

Рівняння апроксимуючої прямої має наступний вигляд:

$$f(x) = y = -1,2886x^2 + 2,8614x - 0,6345$$

Коефіцієнт кореляції дорівнює $r = 0,978$, а середньоквадратичне відхилення $\sigma_y = 0,1835$.

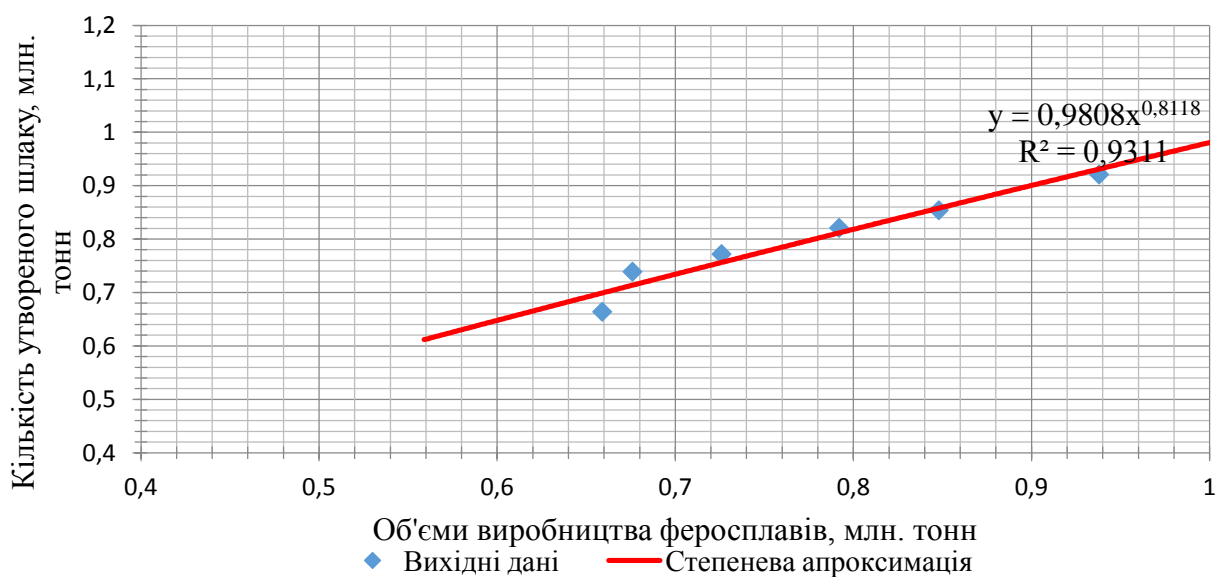


Рисунок 2.4 – Графік степеневої апроксимації даних

Рівняння апроксимуючої прямої має наступний вигляд:

$$f(x) = y = 0,9828x^{0,8118}$$

Коефіцієнт кореляції дорівнює $r = 0,967$, а середньоквадратичне відхилення $\sigma_y = 0,17459$.

Аналізуючи дані коефіцієнтів кореляції можна зробити висновок, що поліном другого ступеня найбільш точно описує встановлену залежність. А, отже, кінцеве рівняння, що описує залежність кількості утвореного шлаку (млн. тонн) від об'ємів виробництва (млн. тонн), має наступний вигляд:

$$y = -1,2886x^2 + 2,8614x - 0,6345$$

За допомогою встановленої залежності можна передбачити вихід шлаку в певному періоді і визначити необхідні методи по їх вторинній переробці в залежності від отриманих результатів.

2.3 Розрахунок виходу важких металів зі шлакового відвалу

Згідно даних [13] видно, що при атмосферних опадах на території шлакового відвалу шлак омивається водою, підсиленою сульфатною кислотою, що й сприяє міграції важких металів у ґрунт.

На основі цих даних можна розрахувати загальну масу важких металів, що виділяться із шлакового відвалу на Нікопольському заводі феросплавів. Для цього використаємо формулу (2.8):

$$m_{\text{в.м.}} = k * m_{\text{шл.}} * 10^3 \quad (2.8)$$

де $m_{\text{в.м.}}$ – загальна маса важкого металу, що виходить із відвальної маси, тонн; k – вихід важкого металу з 1 граму шлаку, мг/г [13]; $m_{\text{шл.}}$ – загальна маса шлакового відвалу, млн. тонн.

Значення k взято з таблиці 1.5 для елюата, представленого 0.0001н сульфатною кислотою (еквівалент дощовій воді). Скористаємось формулою (2.8) для визначення маси важких металів, що виміюються зі шлаку на шлаковому відвалі АТ «Нікопольський завод феросплавів», масою 10,5 млн. тонн:

$$m_{(Pb)} = k * m_{\text{шл.}} * 10^3 = 4,3 * 10^{-4} \frac{\text{мг}}{\text{г}} * 10,5 \text{ млн. т} * 10^3 = 4,515 \text{ т}$$

$$m_{(Cd)} = k * m_{\text{шл.}} * 10^3 = 6,1 * 10^{-5} \frac{\text{мг}}{\text{г}} * 10,5 \text{ млн. т} * 10^3 = 0,6405 \text{ т}$$

$$m_{(Mn)} = k * m_{\text{шл.}} * 10^3 = 3,641 * 10^{-2} \frac{\text{мг}}{\text{г}} * 10,5 \text{ млн. т} * 10^3 = 382,31 \text{ т}$$

Результати розрахунку представлені в табл. 2.3.

Таблиця 2.3 – Загальний вихід важких металів з відвалу АТ «Нікопольський завод феросплавів»

Маса відвалу, млн. тонн	Вихід важких металів із відвальної маси, т		
	Плюмбум	Кадмій	Манган
10,5	4,515	0,6405	382,31

Вся маса металів, що виділились зі шлаку в змодельованому процесі гідролізу [13], дає нам уявлення про ступінь їх впливу на зв'язані з відвалом системи. Загальний вихід металів з відвальної маси, при найбільш наближеній до реальних умов (концентрація сірчаної кислоти еквівалентна дощовій воді) обробці шлаку, за 112 днів становить: 4,515 тонн Плюмбуму, 0,6405 тонн Кадмію та 382,31 тонн Мангану.

2.4 Схема поводження зі шлаками на АТ «НЗФ»

Станом на 2017 рік у відвалах заводу накопичилось 10,5 млн. тонн шлаків [8]. Згідно даних Реєстру місць видалення відходів у Дніпропетровській області [33], шлаковий відвал Нікопольського феросплавного заводу має площу 17.2 га та містить шлак четвертого класу небезпеки. Висота відвалу коливається від 10 до 30 метрів.

За своїм хімічним і фазовим складом шлаки являють собою технологічну сировину, яка може успішно використовуватися в різних галузях промисловості, в тому числі і в якості вторинних матеріалів.

Для розуміння проблеми вторинної переробки шлаків та для прийняття рішення з приводу удосконалення чи повної заміни технологій на АТ «НЗФ» розглянемо загальну схему поводження зі шлаками. Основними етапами вторинної переробки шлаків на Нікопольському заводі є:

- 1) дроблення твердих шлаків з отриманням кускового шлаку різних фракцій і шлакового піску;
- 2) грануляція рідких шлаків;
- 3) витяг з шлаків металовмісних включень [34].

Для водної грануляції використовується лише частина рідких шлаків. Швидке охолодження – «гарт» шлаку при водній грануляції дозволяє запобігти модифікаційним перетворенням і зберегти шлак у придатному для переробки вигляді. Для переробки на щебінь шлаки з плавильних цехів транспортують в шлакових чашах залізничними коліями на ділянку переробки шлаків. Рідкий шлак зливають в шлакову траншею шарами приблизно по 0,1–0,15 м. Після охолодження на повітрі включають систему гідроорошення (5–10 хв), повторюючи процедуру з інтервалом 10–20 хв упродовж 1,5–2 год до наступного зливання рідкого шлаку. Витрата води на зрошення становить 0,8 м³/т. Даний показник не має суттєвого впливу на екологічну складову процесу переробки шлаків, так як на підприємстві не відбувається скид води. А вода, що використовується у виробництві направляється на очисні установки, і

після очищення повертається назад у виробничий цикл. Застиглі в ковшах кірки шлаку (гарнісажу) вивантажують у шлакові відвали, вибаваючи їх із ковша за допомогою вантажу [1].

Шлакова траншея умовно розділена на три технологічних ділянки: дві з них призначені для почергового зливу рідкого шлаку і формування шлакового «пирога», охолодження та подачі шлаку на дроблення. Третя ділянка траншеї призначена для прийому застиглих шматків шлаку.

Жужільний «пиріг» товщиною 0,8–1,2 м охолоджують до 100–200°C і розбивають за допомогою вантажу. Розбитий на шматки і охолоджений в природних умовах шлак подають на дроблення та сортування. Шматки шлаку розміром більше 70 мм подають на дроблення в конусну дробарку, а потім повертають на гуркіт первинного розсівання [1].

Переробка ж дрібних фракцій шлаку, в яких, в основному, зосереджується металева фаза, ведеться методом пневмосепарації. Суть методу полягає в поділі матеріалу, що знаходиться на перфорованій робочій поверхні сепаратора, під дією висхідного пульсуючого повітряного потоку і одночасно механічного струшування, яке забезпечують розпушення, необхідне для взаємного переміщення зерен [2].

Вилучення металоконцентрату у великих фракціях на шлаковому відвалі відбувається способом ручної вибірки [35]. Суть його в тому, що робітники заводу приходять на відвал і проводять ручне відсортовування металевої фази, отримуючи за це додатковий заробіток. Сам завод позиціонує дану систему як можливий підзаробіток і намагається утримати великий вплив робітників до Польщі та Чехії, так станом на червень 2018 року розцінка для ручної вибірки становить 500 гривень за тону вибраного металоконцентрату. Така методика є досить неточною, неефективною та до того ж небезпечною для здоров'я персоналу, що здійснює вибірку.

Для наочності зобразимо схему переробки шлаків на АТ «НЗФ» на рис. 2.5.

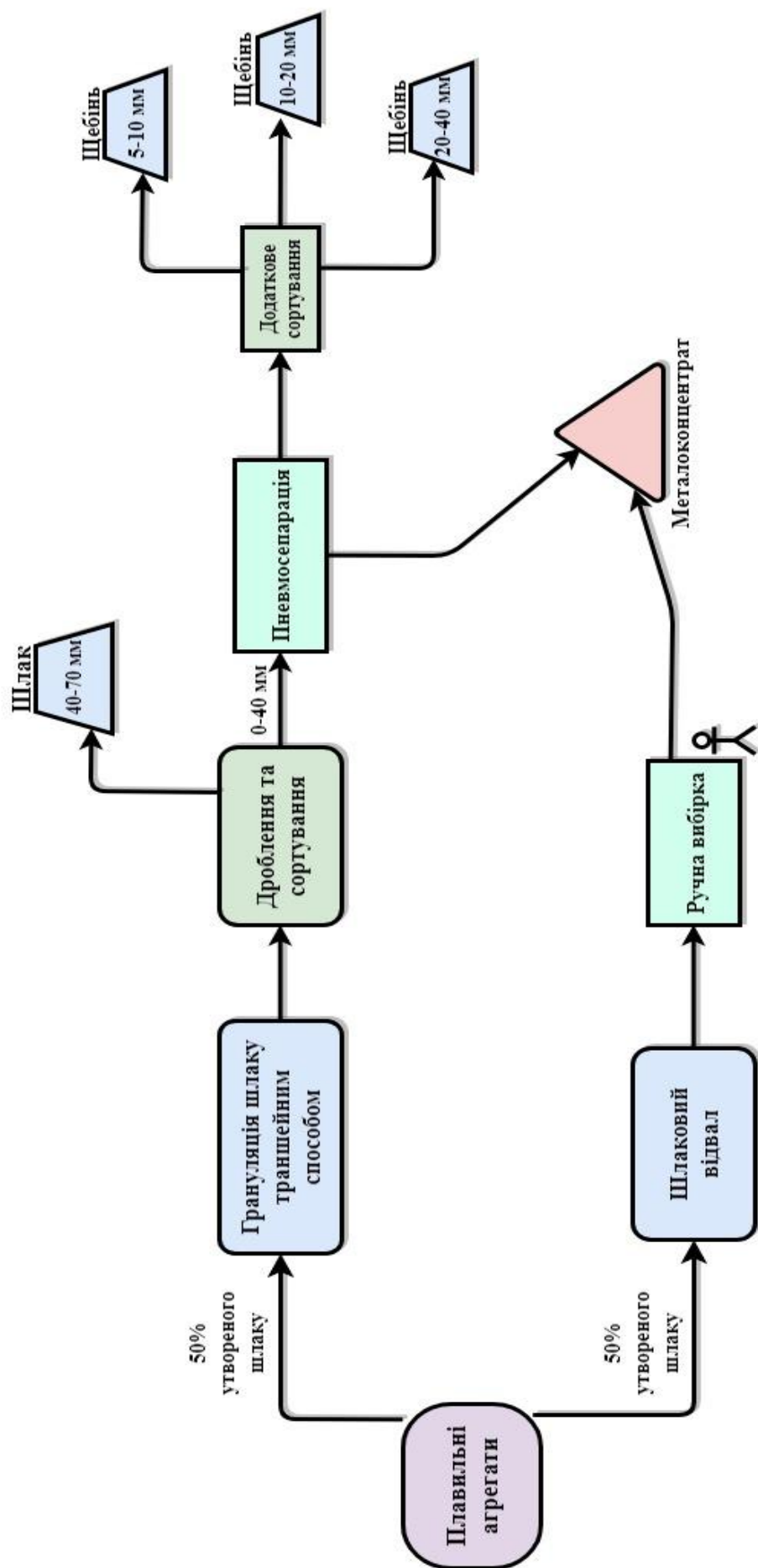


Рисунок 2.5 – Схема вторинної переробки шлаків на АТ «Нікопольський завод феросплавів»

Висновки до розділу 2

В розділі було розглянуто загальні характеристики АТ «Нікопольського заводу феросплавів», як об'єкта на прикладі якого досліджується вторинна переробка шлаків. В ході роботи, на основі даних з довідок щодо фактичних викидів, скидів та темпів росту виробництва у АТ «НЗФ», була встановлена залежність виходу шлаку від кількості виготовленої продукції.

Для встановлення емпіричної залежності було використано метод найменших квадратів, який закладено в основу побудови ліній тренду, розглянуто різні види апроксимуючих ліній, та в залежності від коефіцієнту регресії обрано ту, що найбільш точно описує задані дані. Так було визначено, що поліном другого ступеня найбільш точно описує встановлену залежність. А отже кінцеве рівняння має вигляд:

$$f(x) = -1,2886x^2 + 2,8614x - 0,6345$$

Коефіцієнт кореляції дорівнює $r = 0,978$, а середньоквадратичне відхилення $\sigma_y = 0,1835$.

Дана залежність дозволить зробити прогноз кількості шлаку, що буде утворено в плановому періоді.

Проведено розрахунок загальної маси важких металів, що виділяться із шлакового відвалу на Нікопольському заводі феросплавів, при умовах наближених до реальних (концентрація сульфатної кислоти еквівалентна дощовій воді). Так вихід важких металів склав: 4,515 тонн Плюмбуму, 0,6405 тонн Кадмію та 382,31 тонн Мангану.

Розглянуто схему (рис. 2.5) за якою відбувається вторинна переробка шлаків на АТ «НЗФ», значним мінусом якої є ручна вибірка металоконцентрату з відвального шлаку.

3 ЕФЕКТИВНІСТЬ ВПРОВАДЖЕННЯ ТА РОЗРОБКА СТАРТАП-ПРОЕКТУ

3.1 Вибір методу вторинної переробки шлаків

У попередніх розділах встановлено, що існуюча на Нікопольському феросплавному заводі система переробки феросплавних шлаків є досить неефективною, мало екологічною та небезпечною для здоров'я працівників. Отже, є необхідність у її удосконаленні або ж повній заміні.

На основі аналізу нами запропоновано ввести на АТ «НЗФ» комплексну ділянку з вторинної переробки шлаків (як гарячих, так і відвальних) разом із супроводжуючим її «сценарієм» щодо поводження зі шлаками. Для цього, насамперед, треба провести аналіз слабких і сильних сторін технологій з вторинної переробки шлаку та способів вилучення з них металоконцентрату, що детально описані у підрозділі 1.3.

1. Порівняльний аналіз методів вторинної переробки феросплавних шлаків.

1) Грануляція шлаку траншейним методом. Перевагами технології є утилізація шлаку без розміщення у відвалах, простота установки, мала енергоємність. Річна потужність може досягати 1.5 млн. т/рік [15], а виготовлена продукція може використовуватись у різних видах промисловості, наприклад, у будівництві, феросплавному виробництві тощо.

До недоліків технології відносимо: необхідність використання водних ресурсів, великі за довжиною траншеї (3-15 м), шумове забруднення при зливанні гарячого шлаку у воду, а також неможливість використання установки у близькості до плавильних печей.

2) Грануляція шлаку на установках барабанного типу. Перевагами установки є те, що утилізація шлаку відбувається без розміщення їх у відвалах; установки можна встановлювати в безпосередній близькості від плавильних агрегатів. Вода для охолодження не контактує зі шлаками; використовуються установки закритого типу.

Недоліками є велика металомісткість установок, використання водних ресурсів для охолодження. Крім того, установка розрахована на прийом шлаку всього від однієї плавки, а готова продукція має вигляд нефракційного щебеню [15].

3) Охолодження обертовими валками з подальшим дробленням. Перевагами технології є можливість модифікації обертового барабану [18], відсутня необхідність сушки готової продукції (при відсутності холодоагенту у шлаковому резервуарі), невеликий об'єм пилоутворення. Крім того, технологія не потребує великих розмірів обертового барабану [17].

Недоліками є використання холодоагентів (різні рідини або гази), теплове забруднення охолоджуючої води, проведення додаткової сушки готової продукції (у випадку, коли у шлаковому резервуарі присутній холодоагент) [17].

4) Продування розплаву шлаку струменем повітря (виробництво шлакової вати). Перевагами є висока вартість шлакової вати (у порівнянні з іншими видами продукції вторинної переробки шлаків), використання вогнено-рідких шлаків, можливість використання продукції в інших виробництвах, відсутня необхідність використання води як охолоджуючого елемента.

До недоліків відносимо такі: не всі шлаки можна використовувати у виробництві даного виду вати, технологічно складне виробництво, до більшості шлаків необхідно вводити коригуючі добавки, високі вимоги до якості отриманої продукції [36].

5) Виготовлення литих виробів. Перевагами є: велика різноманітність форм відливок, готову продукцію можна застосовувати в будь-якому виді промисловості, а використання вогненно-рідких шлаків економічно вигідніше за кам'яне лиття.

Недоліками є те, що для такої технології необхідні спеціальні ливарні форми, неможливість використання продукції у домашньому господарстві, оскільки необхідним є встановлення кристалізаційних печей.

2. Порівняльний аналіз методів вилучення металевої фази зі шлаків:

1) Ручна вибірка. Перевагами є відсутність потреби у спеціалізованому обладнанні, мінімальні капітальні витрати, додаткові робочі місця (можливість додаткового заробітку).

Недоліками є малий відсоток вибраного металоконцентрату, мала ефективність і точність методики. Є певна небезпека для здоров'я персоналу, що проводить вибірку.

2) Метод гідравлічної відсадки. Перевагами є забезпечення вилучення до 95% металоконцентрату, потребує мінімальних капітальних та експлуатаційних витрат [25], пиловиділення знижується за рахунок зрошення продукції у технологічному процесі.

Недоліками є необхідність використання води, метод придатний лише для обробки відвальних шлаків. Ця технологія є більш ефективною лише при невеликому розкиді фракцій шлаку (як правило, це 1-5 мм та 5-25 мм) [25].

3) Пневмосепарація. Перевагами технології є можливість використання її при роботі як з твердими, так і рідкими шлаками, не використовується водний ресурс, вилучення металу можливе до 97 % [37].

До недоліків відносимо: питома витрата енергоресурсів перевищує аналогічні показники при гідравлічній відсадці [25], спостерігається пиловиділення при роботі з відвальними шлаками.

4) Рентгенорадіометрична сепарація шлаків. Перевагами є такі показники: технологія може бути застосована для різних речовин [38], висока чутливість виміральної техніки, висока інформативність спектру характерного рентгенівського випромінювання [25], висока ефективність методу, низькі капітальні затрати [38].

Недоліками є те, що технологія підходить для фракцій більше 20 мм [33], сортувальні комплекси відкритого типу, не можна застосовувати технологію для вогненно-рідких шлаків [34].

5) Попередня обробка розплаву ультразвуком. Перевагами є те, що технологія дозволяє збільшити вихід металевої фази на 10-20%, простота

застосування методу, не потребує громіздких установок, екологічність установки [28].

До недоліків відносимо те, що технологія використовується для збільшення відсотку виходу металевої фази, а, отже, потребує у застосуванні додаткову технологічну лінію для вилучення металу [28], застосовується лише для розплавів шлаків.

б) Сенсорне сортування шлаків. Перевагами є те, що сортування здійснюється на підставі непрямих ознак, обумовлених складом сировини; запиленість і забрудненість поверхні сировини не впливає на якість сортування, технологія не вимагає водного ресурсу, можна використовувати для слабomagнітних шлаків [29].

До недоліків відносимо наступне: потрібні спеціалісти для роботи с програмним забезпеченням, за допомогою якого відбувається контроль установки, відсутня можливість збагачення дрібної фракції [29].

Відповідно до проведеного аналізу переваг і недоліків установок і методик, нами обрано такі технології для впровадження їх на Нікопольському заводі феросплавів: попередня обробка розплаву ультразвуком [29] і рентгенорадіометрична сепарація шлаків [38]. Проте зауважимо, що в роботі йдеться не про повну заміну всього комплексу вторинної переробки шлаків, а про впровадження обраних технологій та об'єднання їх з наявними у виробництві установками.

3.2 Комплексна ділянка для вторинної переробки шлаків на АТ «НЗФ»

Основна ідея представленої ділянки полягає у тому, що обрані нові технології планується об'єднати з установками, що використовують на виробництві в даний час. Нова схема умовно розподіляється на дві зони. Це вторинна переробка гарячого шлаку, що поступає з виробництва, та розробка шлаків, що знаходяться у відвалі. Розглянемо процеси в кожній із зон більш детально.

1. Зона вторинної переробки вогненно-рідких шлаків. Спочатку утворений гарячий шлак з плавильних агрегатів у повному об'ємі піддається обробці ультразвуком з частотою коливань 18-22 кГц. Установка, необхідна для цього, має вигляд металевої пластини, що з'єднана з хвилеводом, підключеним до ультразвукового генератора УЗГ-10. Час ультразвукової обробки становить 5-10 хвилин [29]. Після вимкнення генератора шлак подається на грануляцію.

Рідкий шлак частинами зливається у траншею з почерговим зрошенням водою; такий полив виключає утворення моноліту з декількох залитих шарів шлаку. Після витримки шлак розробляється екскаватором та направляється в зону дроблення та сортування. Шлак, що залишився на дні та стінах чаші, вибивається шляхом удару вантажу по резервуару. Вибиті шматки шлаку направляються на дробильно-сортувальне відділення.

Звідси відсортований шлак подається до установок по вилученню металоконцентрату. Так шлак розміром 0-40 мм йде на пневмосепарацію, в той час як шлак розміром більше 40 мм направляється на ділянку рентгенорадіометричної сепарації. Після пневмосепарації щебінь подається ще на один грохот, де відбувається сортування на фракції 0-10, 10-20, 20-40 мм. В обох випадках на виході отримуємо щебінь, який успішно реалізовується як товар, а металоконцентрат направляється назад у виробництво.

2. Зона переробки відвального шлаку. У модернізованій схемі повністю відсутній злив шлаку у відвал до повної його розробки, що дозволяє звільнити виснажені землі та провести їх рекультивацію або ж встановлення протифільтраційного захисту для формування нового відвалу, який вже не матиме такого негативного впливу на НПС. Для розробки відвалу застосуємо комплекс для рентгенорадіометричної сепарації, який дозволить відділити металоконцентрат від мінеральної частини. Комплекс дозволяє сортувати шлаки з розміром частинок 40-70 мм. Менша фракція відсортовується завчасно і подається на пункт пневмосепарації. Отже, на виході маємо щебінь розміром від 40 до 70 мм та метал, який повторно направляється у виробництво.

План-схема запропонованого комплексу представлена на рис. 3.1

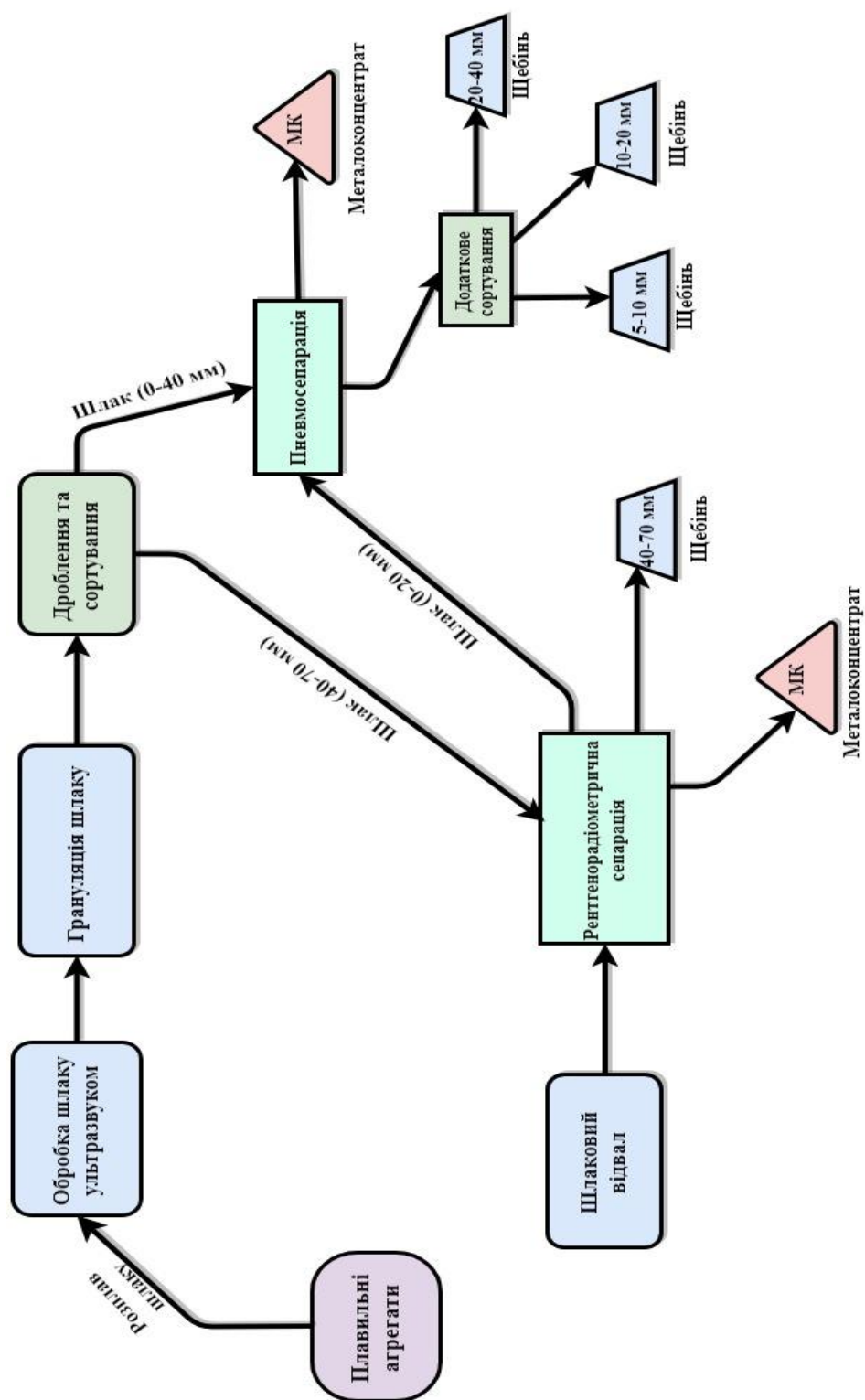


Рисунок 3.1 – План-схема комплексної ділянки для вторинної переробки шлаків на АТ «НЗФ»

3.3 Оцінка економічної ефективності проекту

У представленому випадку для оцінки ефективності впровадження проекту розрахуємо такі показники, як:

- 1) Прибуток отриманий після впровадження технологій.
- 2) Затрати на впровадження.
- 3) Термін окупності устаткування.

Для початку визначимо прибуток, який може отримати підприємство при впровадженні комплексу з вторинної переробки шлаків. Додатковий дохід буде отримано від реалізації щебеню та від повернення металоконцентрату у виробництво, що призведе до зменшення об'ємів необхідної сировини.

Так, вартість щебеню станом на вересень 2018 року становить 200 грн за тонну. Річний обсяг виробництва щебеню на АТ «НЗФ» до введення технології склав: 347,34 тис. тонн [9]. Виробництво щебеню після впровадження комплексу складе: 856,2 тис. тонн.

Ціна на металоконцентрат – 300 грн за тонну [39], вихід металевої фази після впровадження технології складе 86,8 тис. тонн. Отже, загальний дохід розраховуємо за формулою (3.1).

$$Д = C_{\text{Щ}} * \Delta P_{\text{Щ}} + C_{\text{М}} * P_{\text{М}} \quad (3.1)$$

де $C_{\text{Щ}}$ – вартість щебеню, грн./тонн;

$\Delta P_{\text{Щ}}$ – приріст кількості виробленого щебеню, тонн;

$C_{\text{М}}$ – вартість металоконцентрату, грн./тонн;

$P_{\text{М}}$ – вихід металоконцентрату, тонн.

$$\begin{aligned} Д &= 200 \frac{\text{грн}}{\text{т}} * (856,2 \text{ тис. т} - 347,34 \text{ тис. т}) + 300 \frac{\text{грн}}{\text{т}} * 86,8 \text{ тис. т} = \\ &= 127,812 \text{ млн. грн} \end{aligned}$$

Отже, дохід від впровадження комплексу складе 127,812 млн. грн.

Річні витрати на впровадження запропонованого комплексу з вторинної переробки шлаків розраховуються формулою(3.2):

$$B = C + E_n \cdot K \quad (3.2)$$

де C – експлуатаційні витрати, грн., що розраховуються за формулою (3.3)

$$C = C_{\text{ел.}} + C_{\text{зп}} + C_p \quad (3.3)$$

де $C_{\text{зп}}$ – заробітна плата працівників, грн.

Новий комплекс надасть змогу створити нові робочі місця (15-20) з заробітною платою на схожих посадах на АТ «НЗФ» (6000 грн), загальна зарплата складе близько 1,08 млн. грн.

C_p – річні витрати на ремонт обладнання (5,5 млн. грн) [40];

$C_{\text{ел.}}$ – річна витрата електроенергії, необхідної для роботи установки, грн.:

$$C_{\text{ел.}} = M \cdot \Pi \cdot T \quad (3.4)$$

де M – потужність установки, що складає 10.2 кВт;

Π – ціна 1 кВт електроенергії для 1 класу напруги (1,67485грн/кВт) [41]

T – час роботи обладнання (2555 год/рік).

$$C_{\text{ел.}} = 10.2 \text{ (кВт} \cdot \text{год)} \cdot 1.67485 \left(\frac{\text{грн}}{\text{кВт} \cdot \text{год}} \right) \cdot 2555 \left(\frac{\text{год}}{\text{рік}} \right) = 43648,27 \left(\frac{\text{грн}}{\text{рік}} \right)$$

Експлуатаційні витрати складатимуть:

$$C = 43648,27 + 5500000 + 1080000 = 6,62465 \text{ (млн. грн)}$$

E_n – нормативний коефіцієнт ефективності капіталовкладень (коефіцієнт дисконтування), $E_n=0.15$ [42].;

K – одноразові капіталовкладення, грн.

Вартість 5 комплексів КСФ-3-300 з урахуванням доставки та встановлення обладнання складе 300 млн. грн. [40]. Установка для обробки шлаку ультразвуком коштуватиме близько 3 млн. грн. [28].

Отже, річні витрати складуть:

$$B = 6,62465 + 0.15 \cdot 303 = 52,0747 \text{ (млн грн)}$$

Розмір чистого економічного ефекту розраховують як різницю між економічним результатом та річними витратами на впровадження представлених технологій:

$$E_n = D - B \quad (3.5)$$

де E_n – економічний ефект, грн.;

D – отриманий прибуток як результат впровадження технології, грн.;

B – річні витрати, грн.

$$E_n = 127,812 - 52,0747 = 75,7373 \text{ (млн грн)}$$

Термін окупності розрахуємо за формулою (3.6):

$$T_{ок} = B/E_n, \quad (3.6)$$

$$T_{ок} = \frac{52,0747}{75,7373} = 0,69 \text{ (років) або } 8,3 \text{ місяці.}$$

Додатково розрахуємо час розробки відвалу. Загальна потужність ділянки складе 250 т/год [33], маса відвалу 10,5 млн.тонн (станом на 2017 рік). Складаємо пропорцію:

$$\begin{array}{rcl} 10,5 \text{ млн. т} & - & x \text{ годин} \\ 2,5 * 10^{-4} \text{ млн. т} & - & 1 \text{ година} \end{array}$$

Час розробки відвалу складе 42 000 годин. Враховуючи, що робоча зміна триває 8 годин, весь відвал при початкових потужностях обладнання буде розроблено через 14 років.

3.4 Оцінка екологічної ефективності проекту

Для оцінки екологічної ефективності запропонованих заходів скористаємось залежністю виходу шлаку від кількості виготовленої продукції та розрахуємо вихід важких металів зі шлакового відвалу (розділ 2).

Згідно інформації, яка прилягає оприлюдненню [43] в 2019 році Нікопольським заводом феросплавів заплановано випуск 0,75 млн. тонн феросплавної продукції. Отже, скориставшись залежністю, виведеною у підрозділі 2.2, можна спрогнозувати кількість шлаку, який утвориться у 2019 році. Підставимо у рівняння $y = -1,2886x^2 + 2,8614x - 0,6345$ значення $x = 0,75$ млн. тонн. Тоді:

$$y = -1,2886 * 0,75^2 + 2,8614 * 0,75 - 0,6345 = 0,7867 \text{ (млн. т)}$$

Таким чином кількість утвореного шлаку в 2019 році складе 786,7 тис. тонн. Так як нова ділянка з переробки шлаків виключає надходження продукції у шлаковий відвал, то за допомогою формули (2.8) можна розрахувати вихід важких металів, якого вдалось уникнути.

$$m_{1(Pb)} = k * m_{шл.} * 10^3 = 4,3 * 10^{-4} \frac{\text{МГ}}{\text{Г}} * 0,7867 * 10^3 = 0,338 \text{ (т)}$$

$$m_{1(Cd)} = k * m_{шл.} * 10^3 = 6,1 * 10^{-5} \frac{\text{МГ}}{\text{Г}} * 0,7867 * 10^3 = 0,048 \text{ (т)}$$

$$m_{1(Mn)} = k * m_{шл.} * 10^3 = 3,641 * 10^{-2} \frac{\text{МГ}}{\text{Г}} * 0,7867 * 10^3 = 28,6 \text{ (т)}$$

Отже, не вивозячи у відвал річного обсягу шлаків, можна уникнути виділення у ґрунт важких металів та їх сполук.

Розрахуємо зменшення виходу важких металів за рахунок зменшення відвалу внаслідок його розробки. Так, за рік можна розробити 0,7 млн. тонн шлаку з відвалу, тому аналогічно попереднім розрахункам скористаємось формулою (2.8):

$$m_{2(Pb)} = k * m_{шл.} * 10^3 = 4,3 * 10^{-4} \frac{\text{МГ}}{\text{Г}} * 0,7 * 10^3 = 0,301 \text{ (т)}$$

$$m_{2(Cd)} = k * m_{шл.} * 10^3 = 6,1 * 10^{-5} \frac{\text{МГ}}{\text{Г}} * 0,7 * 10^3 = 0,0427 \text{ (т)}$$

$$m_{2(Mn)} = k * m_{шл.} * 10^3 = 3,641 * 10^{-2} \frac{\text{МГ}}{\text{Г}} * 0,7 * 10^3 = 25,487 \text{ (т)}$$

Таким чином загальна маса важких металів, які не потраплять у ґрунт, складе:

$$\text{Плюмбуму: } m_{(Pb)} = m_{1(Pb)} + m_{2(Pb)} = 0,338 + 0,301 = 0,639 \text{ (тонн)}$$

$$\text{Кадмію: } m_{(Cd)} = m_{1(Cd)} + m_{2(Cd)} = 0,048 + 0,0427 = 0,0907 \text{ (тонн)}$$

$$\text{Мангану: } m_{(Mn)} = m_{1(Mn)} + m_{2(Mn)} = 28,6 + 25,487 = 54,087 \text{ (тонн)}$$

Отже, загальний екологічний ефект від впровадження нової ділянки з вторинної переробки шлаків буде досягнуто за рахунок зменшення об'ємів важких металів, що потрапляють у ґрунт з відвалу під впливом атмосферних

опадів. Зокрема за прогнозований 2019 рік вдасться уникнути виділення 0,639 тонн Плюмбуму, 0,0907 тонн Кадмію та 54,087 тонн Мангану.

3.5 Розробка стартап-проекту

Стартап представляє собою певний проект (або ж організацію), який було створено у короткі терміни і при цьому описаний для реалізації продукт чи послуга є нетиповими та інноваційними.

Розробку комплексної ділянки з вторинної переробки шлаків розглядаємо як стартап-проект, оскільки представлена ідея є нетиповою для феросплавної промисловості та відрізняється введенням інноваційних технологій при розробці. Так, наприклад, в патентній базі знайдено комплексні установки для утилізації шлаків, але вони охоплювали лише один вид шлаку (гарячий чи відвальний) і при цьому мали однакові типові елементи.

Розглянемо основні етапи розвитку стартап-проекту [43]:

1) Зародження стартапу (pre-seed, або передпосівної) – на даній стадії формується сама ідея інноваційної послуги чи продукту, в якості фінансування використовуються особисті гроші стартапера.

2) Становлення стартапу (seed, або посівної) – створення робочих моделей, становлення команд та складання чіткої і детальної стратегії по просуванню проекту на ринок, також починається пошук інвесторів.

3) Ранній розвиток проекту (Alpha-версія) – на цій стадії вже наявна діюча компанія, яка приносить прибуток (але його ще не достатньо для покриття всіх затрат).

4) Розширення стартапу (закрита Beta-версія) – той етап, на якому створена компанія вже готова до масштабування.

5) Зрілість проекту (відкрита Бета-версія) – стадія повної самоокупності та налагодженої роботи, також можливий випуск акцій.

У нашому випадку стартап проект буде складатись з двох етапів. Першому етапу «pre-seed» відповідає вивчення та аналіз проблеми утворення та

накопичення шлаків від феросплавного виробництва. На основі отриманих знань дійшли висновку, що в даній сфері є ніші для розвитку і що на даний час актуальність розглянутої проблеми є досить високою. Для формування самої ідеї застосовано так зване «селективне комбінування» [44], тобто розуміння того, що з наявної інформації можна або навіть потрібно об'єднати для отримання інноваційного продукту.

Маркетинговий аналіз стартап-проекту виконаємо поетапно.

3.5.1 Опис ідеї проекту

На даному етапі будуть проаналізовані зміст запропонованої ідеї, напрямки її застосування та вигоди, які вона принесе користувачу. Всі дані скомпоновано у вигляді табл. 3.1

Таблиця 3.1 – Опис ідеї стартап-проекту

Зміст ідеї проекту	Напрямки застосування	Вигоди для користувача
Пропонується послуга розробки комплексної ділянки по переробці шлаків, яка буде складатись із двох зон (переробка гарячих та розробка відвальних шлаків). Зі шлаку буде отримано металоконцентрат та щебінь. Особливістю запропонованої ідеї є те, що комплекси будуть розроблятися індивідуально для кожного підприємства і поєднувати в собі інноваційні технології з тим устаткуванням, що вже є на підприємстві.	Малі та великі підприємства феросплавного виробництва.	1. Повернення металоконцентрату у виробництво знизить об'єми необхідної сировини. 2. Економічна вигода від реалізації щебеню у вигляді товарної продукції. 3. Підвищення престижу підприємства, як того що виконує відповідні регіональні чи державні природоохоронні програми. 4. Звільнення значних територій від шлакового відвалу. 5. Зниження шкідливого впливу на робітників, і як результат відсутність низьких показників виробництва.
	Металургійні комбінати зі шлаком схожого складу.	

Продовження таблиці 3.1

Зміст ідеї проекту	Напрямки застосування	Вигоди для користувача
	Окремі організації які займаються питанням вторинної переробки шлаків.	1. Підвищення кількості сировини для переробки. 2. Підвищення виходу металоконцентрату, і як результат отримання економічної вигоди.

Далі проведемо порівняння властивостей і характеристик запропонованої ідеї з конкурентними пропозиціями. При аналізі ринку виявлено відсутність схожих послуг по розробці комплексних ділянок для переробки шлаків, а інші види схожого товару – це вже готові комплексні установки, які пристосовані лише для переробки одного виду шлаку. Так, в Україні основними непрямыми конкурентами цієї ідеї є:

- 1) Комплекс від фірми Технопромкомплект ЛТД [45]
- 2) Комплекс від компанії «Восход» [46].

Порівняльний аналіз характеристик та визначення слабких, нейтральних і сильних характеристик представимо у табл. 3.2.

Таблиця 3.2 – Визначення сильних, слабких та нейтральних характеристик ідеї стартап-проекту

№	Техніко-економічні характеристики товару	Товари (концепції) конкурентів			W (слабка сторона)	N (нейтральна сторона)	S (сильна сторона)
		Мій проект	Конкурент 1 [45]	Конкурент 2 [46]			
1	2	3	4	5	6	7	8
1.	Вартість обслуговування	5,5 млн. грн.	4,6 млн. грн.	5 млн. грн.		+	

Продовження таблиці 3.2

1	2	3	4	5	6	7	8
2.	Окупність	8 місяців	1,5 роки	3 роки			+
3.	Фракції виготовле- ного щебеню	5-10, 10-20, 20-40, 40-70 мм	0-10, 10-40, 40-70 мм	5-10, 10-20, 20-40 мм			+
4.	Відсоток виходу металокон- центрату	90 %	85 %	85%			+
5.	Вид перероб- люваного шлаку	Гарячий і відвальний	Тільки відвальний	Тільки відвальний			+
6.	Рівень шуму	Однаковий в усіх трьох випадках				+	
7.	Мобільність комплексу	Прив'язаний до основних установок , що є на підприємстві	Можна переміщати по території підприємства	Можна переміщати по території підприємства	+		
8.	Простота управління процесами	Попереднє навчання спеціалістів.	Досить прості у використанні установки.	Не потребує додаткового навчання спеціалістів.	+		
9.	Запиленість під час роботи	Незмінна у порівнянні з попереднім обладнанням.	Деякі вузли установки закритого типу, що зменшує запиленість за при роботі.	Значна запиленість, так як відсутні закриті ділянки устаткування	+		

Проведений аналіз показав, що представлена ідея має багато сильних сторін у порівнянні із конкурентними пропозиціями (хоча є декілька слабких сторін) до яких можна віднести складність управління процесами, запиленість під час роботи устаткування.

3.5.2 Технологічний аудит проекту

Для того щоб здійснити подальшу розробку проекту, слід провести аналіз технологій, які будуть застосовані в ньому, особливо їх доступність. Основні пункти технологічного аналізу наведено у табл. 3.3.

Таблиця 3.3 – Технологічна здійсненність ідеї проекту

№	Ідея проекту	Технології її реалізації	Наявність технологій	Доступність технологій
1.	Розробка комплексної ділянки по переробці шлаків, яка буде складатись із двох зон (переробка гарячих та розробка відвальних шлаків).	Комплекс рентгенорадіометричної сепарації шлаків	Технологія наявна	Доступно
		Попередня обробка шлаків ультразвуком	Технологія вже є, але бажане її доопрацювання	Частково

Технології є доступними, так як ідея стартапу з самого початку передбачає застосування лише наявних технік та методик.

3.5.3 Ринкові можливості запуску стартап-проекту

Представлений стартап-проект буде реалізовуватись в межах промислового (B2B) ринку, далі проведемо визначення тих можливостей, які

можна використати під час впровадження стартапу. Проаналізувавши стан ринку, можна спланувати розвиток проекту з урахуванням багатьох факторів ринкового середовища та ринкових загроз, які можуть призупинити реалізацію ідеї. У табл. 3.4 представлено дані первинного аналізу потенційного ринку.

Таблиця 3.4 – Попередня характеристика потенційного ринку стартап-проекту

№	Показники стану ринку (найменування)	Характеристика
1.	Кількість головних гравців, од	5 од. [47]
2.	Динаміка ринку (якісна оцінка)	Зростає
3.	Наявність обмежень для входу (вказати характер обмежень)	Економічні обмеження: нерозвинена державна політика в області інвестування, а також відсутня підтримка малого бізнесу; Нерозвиненість інфраструктури: відсутні необхідні транспортні засоби; Організації, що вже давно знаходяться на ринку можуть об'єднуватись між собою, що негативно впливає на нові підприємства чи організації; Нерівність в доступі до дешевих та зручних сировинних джерел; Можлива низька платоспроможність покупців; Значний розмір первинного капіталу.
4.	Специфічні вимоги до стандартизації та сертифікації	Вся продукція має бути сертифікована, але немає певних специфічних умов.
5.	Середня норма рентабельності в галузі (або по ринку), %	23 % [47]

Проведемо аналіз груп потенційних клієнтів стартап-проекту, їх характеристик та потреб зформованих ринком, на основі отриманих даних сформуємо список вимог споживачів до товару. Для зручності дані аналізу представимо у вигляді табл. 3.5. Розглянуті вимоги показують на що слід звернути увагу при деталізації проекту, і на які саме споживчі потреби звернути увагу.

Таблиця 3.5 – Характеристика потенційних клієнтів стартап-проекту

Потреба, що формує ринок	Цільова аудиторія (цільові сегменти ринку)	Відмінності у поведінці різних потенційних цільових груп клієнтів	Вимоги споживачів до товару
Утилізація шлаків, отриманих в процесі виробництва	Феросплавні заводи, металургійні комбінати.	У кожного заводу свої специфічні потреби до комплексів вторинної переробки шлаків.	Отримання на виході товарної продукції, яка придатна до реалізації. Ремонтне обслуговування комплексів.

Для проведення аналізу ринкового середовища розглянемо фактори, що позитивно впливають на впровадження проекту, та фактори, що можуть негативно вплинути на просування товару на ринок. Всі фактори та їх опис представлено в табл. 3.6-3.7.

Таблиця 3.6 – Фактори загроз

№	Фактор	Зміст загрози	Можлива реакція компанії
1	2	3	4
1.	Політично-правові фактори	У майбутньому може мати місце впровадження нових законодавчих актів, які негативно вплинуть на розробку.	1) Можлива перекваліфікація; 2) Вихід на зарубіжний ринок.

Продовження таблиці 3.6

1	2	3	4
2.	Економічні фактори	Складності кредитування	Залучення інвестицій від приватних товариств або іноземних інвесторів.
		Зниження доходів підприємств (потенційних клієнтів).	Розробка комплексів з урахуванням фінансового стану підприємств. Зниження собівартості установок.
		Різкі коливання валюти.	Залучення іноземних інвесторів.
		Можливе банкрутство клієнтів.	Перекваліфікація організації. Вихід на міжнародні компанії-клієнтів.

Найбільш значущим фактором, що може бути загрозою у просуванні продукту на ринок – це можливе банкрутство компаній-клієнтів. Це досить критичний показник, і для виходу з під його впливу компанії доведеться повністю змінювати напрямок роботи або шукати вихід до зарубіжних клієнтів. Тому раціонально буде шукати іноземних клієнтів з самого початку діяльності.

Таблиця 3.7 – Фактори можливостей

№	Фактор	Зміст загрози	Можлива реакція компанії
1	2	3	4
1.	Політично-правові фактори	Впровадження нових законодавчих актів, які позитивно вплинуть на розробку.	У даному випадку можливе розширення області діяльності компанії або ж відкриття дочірніх компаній.
2.	Економічні фактори	Збільшення виробничих потужностей компаній-клієнтів.	Зростання попиту на запропонований товар, можливо збільшення прибутку.
		Збільшення кількості фінансування від зарубіжних інвесторів	Можливе розширення компанії та вихід на зарубіжних клієнтів.

Продовження таблиці 3.7

1	2	3	4
3.	Соціально-правові фактори	Промислові підприємства віддають перевагу інноваційній та екологічній діяльності при її економічній вигоді	Дана ідея заключається в об'єднанні екологічності з економічністю, так як жодне підприємство не скористається послугою, яка для них не вигідна.
		Підвищення рівня урбанізації	Це може призвести до збільшення клієнтської бази, отже, компанії може знадобитись більший штат співробітників.

Розглянуті фактори є сприятливими для стартапу, оскільки допоможуть вийти на більшу кількість клієнтів, розширити об'єм виробництва та збільшити прибуток. Одним із найвагоміших факторів є збільшення кількості інвесторів, саме така можливість допоможе у стрімкому розвитку компанії.

Наступним кроком аналізу ринку є дослідження ринкової пропозиції, що полягає в огляді загальних рис притаманних конкуренції (табл. 3.8).

Таблиця 3.8 – Огляд конкуренції на ринку

Особливості конкурентного середовища	В чому проявляється дана характеристика	Вплив на діяльність підприємства (можливі дії компанії, щоб бути конкурентоспроможною)
1	2	3
1. Тип конкуренції	Монополістична конкуренція	Ситуація, в якій схожу продукцію пропонує відносно велике число виробників
2. За рівнем конкурентної боротьби	Національний рівень	Розширена сфера для роботи фірми, і конкуренти проявляються на національному рівні.

Продовження таблиці 3.8

1	2	3
3. За галузевою ознакою	Галузева конкуренція	Фірма має конкурувати з іншими в одній галузі, в даному випадку це феросплавне виробництво.
4. Конкуренція за видами товарів	Товарно-видова та товарно-родова	Конкуренція між різними видами товару та різними товарами одного виду.
5. За характером конкурентних переваг	Нецінова	Боротьба на конкурентному ринку ведеться за рахунок кількості та якості послуги.
6. За інтенсивністю	Марочна	Велике значення має брендинг.

Для більш детальної оцінки конкурентного середовища в галузі застосуємо модель п'яти сил конкуренції за М. Портером [48], данні аналізу представимо у вигляді табл. 3.9.

Таблиця 3.9 – Аналіз п'яти сил М. Портера

Складові аналізу	Прямі конкуренти	Потенційні конкуренти	Постачальники	Клієнти	Товари-замінники
	1	2	3	4	5
	1. ТОВ «ЕТМАС» 2. ТОВ «Технопром-комплект ЛТД» 3. AMCOM L.L.C.	У даному випадку потенційними конкурентами можуть виступити стартап-проекти, що розробляють можливості переробки шлаків	1. Відмова у співпраці з боку розробників нових технологій. 2. Низька кількість постачальників у порівнянні з кількістю компаній.	1. Мала кількість споживачів у порівнянні з кількістю компаній. 2. Мала обізнаність серед споживачів про наявність такої послуги.	1. Споживачі більш схильні купувати у знайомих вже їм місцях. 2. Незадоволеність ціновою політикою.

Продовження таблиці 3.9

	1	2	3	4	5
Складові аналізу			3. Незадово- леність постачальників вартістю кінцевого продукту у порівнянні з вартістю сировини.	3. Продукти- замінники можуть бути більш доступними та більш знайомими споживачам.	

За аналізом п'яти сил Портера можна зробити висновок, що впровадження проекту на ринок не буде легкою справою, але при цьому робота на цьому ринку є досить сприятливою, що зумовлено невеликою кількістю конкурентів. Для вигідного функціонування проекту на ринку він повинен постійно шукати нових розробників інноваційних технологій, постійно рекламувати товар (участь у виставках, проведення демонстрацій, тощо) та, головне, слідкувати за рівнем цін власного продукту та конкуруючих товарів.

Для кінцевого аналізу факторів конкурентоспроможності використаємо дані з табл. 3.5, 3.9 та 3.6. Результат зобразимо у вигляді табл. 3.10.

Таблиця 3.10 – Фактори конкурентоспроможності

№	Фактор конкурентоспроможності	Обґрунтування
1	2	3
1.	Розвиток законодавчої бази в сфері представленої ідеї	Так як стартап-проект є досить гнучкою системою, то при появі певного акту чи наказу можна бути швидко до нього адаптуватись.
2.	Зростання числа інвесторів	Можливість для масштабування проекту, а також вихід на міжнародних клієнтів.

Продовження таблиці 3.10

1	2	3
3.	Перевага екологічним і економічно-вигідним проектам	Початкова мета представленого стартапу у поєднанні інноваційних розробок, які допоможуть знизити антропогенний вплив шлакових відвалів на НПС.
4.	Інформаційне забезпечення	Стартап має на меті співпрацю не тільки із вченим та розробниками, які відомі широкому колу, а також роботу з молодими спеціалістами.
5.	Розмір капіталовкладень	Ідея стартапу має на меті розробку комплексів з переробки шлаку з урахуванням наявних технологій на виробництві, що значно зменшує капіталовкладення підприємства-клієнта.

В табл. 3.11 представлено дослідження сильних і слабких сторін за вже визначеними нами факторами конкурентоспроможності. Для порівняння оберемо товари компанії ТОВ «Технопромкомплект ЛТД» [45].

Таблиця 3.11 – Порівняльний аналіз сильних та слабких сторін стартапу

№	Фактор конкурентоспроможності	Бали 1-20	Рейтинг товарів-конкурентів у порівнянні з ТОВ «Технопромкомплект ЛТД»)						
			-3	-2	-1	0	+1	+2	+3
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
1.	Якість наданої послуги	15					+		
2.	Ціна готового товару (враховуючи її гнучкість)	20		+					
3.	Гарантія товару	15			+				

Продовження таблиці 3.11

1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
4.	Наявність торговельного знаку	10						+	
5.	Доступ до інноваційних розробок	15			+				

Представлений стартап-проект має деякі переваги над фірмами, що вже давно працюють на ринку, тому вхід проекту на ринкову арену може виявитись не таким важким. А сильні сторони конкурентоспроможності дозволять втриматись серед інших фірм і в майбутньому навіть нададуть можливість розширення фірми.

Кінцевим етапом аналізу впровадження проекту на ринок є SWOT-аналіз, який дасть змогу виявити та оцінити сильні та слабкі сторони, а також можливості та загрози, які потребують уваги зі сторони розробників. Основною метою такого аналізу є зосередження на тих сторонах, які будуть ключовими факторами успіху чи провалу майбутнього підприємства, тому в цей список і не включають всі слабкі та сильні сторони [49]. SWOT-аналіз проекту розробки комплексних ділянок переробки шлаків представлено у вигляді табл. 3.12.

Таблиця 3.12 – SWOT-аналіз стартап-проекту

Сильні сторони:	Слабкі сторони:
<ul style="list-style-type: none"> розробка комплексів в залежності від потреб клієнтів; низька вартість у порівнянні з конкурентами; врахування екологічної складової при розробках; гнучкість проекту; використання інноваційних технологій. 	<ul style="list-style-type: none"> ще компанія на ринку; відсутність торгового знаку; відсутність зв'язків з компаніями-клієнтами; дослідження з питання утилізації шлаків є досить непопулярними.

Продовження таблиці 3.12

Можливості:	Загрози:
<ul style="list-style-type: none"> розширення сфери діяльності компанії; вихід на зарубіжних клієнтів; співпраця з молодими вченими та розробниками; консультування клієнтів після розробки і впровадження комплексів. 	<ul style="list-style-type: none"> витіснення конкурентами з ринку; незацікавленість підприємств у нових розробках; банкротство фірм-клієнтів; відсутність інвестування.

Розглянуті загрози і можливості представляють основу для розробки альтернатив ринкової поведінки, тобто певних кроків по просуванню стартап-проекту на ринок. При цьому визначені альтернативи досліджуютьСЯ з огляду на строки та імовірність отримання ресурсів (табл. 3.13).

Таблиця 3.13 – Альтернативи ринкового впровадження стартап-проекту

№	Альтернатива (орієнтовний комплекс заходів) ринкової поведінки	Ймовірність отримання ресурсів	Строки реалізації
1.	Перекваліфікація підприємства (вихід на ринок в іншій галузі)	60 %	Близько 3 років
2.	Участь у великій кількості промислових виставок з презентацією різних варіантів розробок.	85 %	Близько 1 року
3.	Пошук інвесторів серед підприємств-клієнтів.	75 %	Близько 1 року

Порівняння ймовірності отримання ресурсів та часу реалізації альтернативи показує, що найбільш прийнятним «сценарієм» при виникненні основних загроз є інтенсивна участь у можливих промислових виставках для

ознайомлення потенційних клієнтів з можливостями стартап-проекту та презентації запропонованих розробок.

3.5.4. Розробка ринкової стратегії проекту

Для виконання даного етапу розробки проекту визначимо цільові групи потенційних споживачів, їх готовність сприйняти продукт та інтенсивність конкуренції в галузі, з чого зробимо висновок про простоту входу у сегмент (табл. 3.14).

Таблиця 3.14 – Вибір цільових груп потенційних споживачів

№	Опис профілю цільової групи потенційних клієнтів	Готовність споживачів сприйняти продукт	Орієнтовний попит в межах цільової групи (сегменту)	Інтенсивність конкуренції в сегменті	Простота входу у сегмент
1.	Малі підприємства феросплавного комплексу.	висока	високий	помірна	помірна
2.	Металургійні комбінати	висока	середній	висока	низька
3.	Підприємства інших галузей промисловості	середня	низький	помірна	помірна

Згідно аналізу, наведеного в табл. 3.14, основною цільовою групою вважаємо підприємства феросплавного комплексу. Але при розширенні ідеї можна спрямувати увагу і на інші цільові групи, оскільки в деяких питаннях йдеться про використання схожих технологій. Такий вихід може стати значною перевагою в майбутньому.

Визначення базової стратегії розвитку та ключові конкурентоспроможні позиції представимо у табл. 3.15.

Таблиця 3.15 – Визначення базової стратегії розвитку

Обрана альтернатива розвитку проекту	Стратегія охоплення ринку	Ключові конкурентоспроможні позиції відповідно до обраної альтернативи	Базова стратегія розвитку
Залучення нових клієнтів за допомогою участі у промислових виставках	Представлення різних варіантів товару, а також презентація переваг компанії дозволить розширити клієнтську базу.	<ul style="list-style-type: none"> Гнучкість роботи фірми; Невеликі капіталовкладення; Поєднання екологічності та економічної вигоди. 	Стратегія лідерства по витратах

В якості базової стратегії розвитку оберемо стратегію лідерства по витратам (за М. Портером). Дана стратегія передбачає більшу ніж у конкурентів маржу між собівартістю та середньоринковою ціною за рахунок чинників внутрішнього або зовнішнього середовища. Компанії, що обрали схожу стратегію, ведуть контроль за витратами, намагаючись максимально їх знизити, а також проводять ретельну розробку конструкцій нових товарів [50].

Дотримуючись цієї стратегії, фірма може протистояти своїм прямим конкурентам і отримувати прибуток при ціні, мінімально допустимій для конкурентів. А низькі витрати створять певні бар'єри для входу нових компаній і захистять від товарів-замінників.

Наступним етапом розробки загальної ринкової стратегії є визначення стратегії конкурентної поведінки (табл. 3.16), якої буде слідувати фірма у своєму розвитку. Це можуть бути наступальні чи захисні дії фірми, спрямовані на зайняття стійкої позиції в галузі. [51].

Таблиця 3.16 – Визначення базової стратегії конкурентної поведінки

Чи є проект «першопрохідцем» на ринку?	Чи буде компанія шукати нових споживачів або забирати існуючих у конкурентів?	Чи буде компанія копіювати основні характеристики товару конкурента?	Стратегія конкурентної поведінки
Ні	У даній галузі нові споживачі з'являються досить рідко, тому компанія буде забирати клієнтів у конкурентів.	Ні, характеристики товару будуть обиратись відповідно до потреби окремого клієнта.	Стратегія заняття конкурентної ніші.

Стратегія зайняття конкурентної ніші передбачає турботу та підтримку свої конкурентної переваги на всіх етапах розробки та функціонування підприємства. В якості цільового ринку в цьому випадку обирається один (декілька) малих ринкових сегментів.

Обрана ніша повинна залишатись стабільною упродовж тривалого проміжку часу, має бути добре захищеною (мати високі вхідні бар'єри) і при цьому бути непривабливою для конкурентів.

Далі на основі базової стратегії розвитку, ключових конкурентоспроможних порзій та вимог цільової аудиторії до товару розробляється стратегія позиціонування (певні асоціації, за якими споживачі зможуть ідентифікувати проект). Визначення стратегії позиціонування наведено в табл. 3.17.

Таблиця 3.17 – Визначення стратегії позиціонування

Вимоги до товару цільової аудиторії	Базова стратегія розвитку	Ключові конкурентоспроможні позиції власного стартап-проекту	Вибір асоціацій, які мають сформувати комплексну позицію власного проекту (три ключових)
<ul style="list-style-type: none"> • розробки повинні бути екологічно-прийнятними та економічно вигідними; • в результаті роботи повинна бути отримана товарна продукція (щебінь та металоконцентрат); • установки повинні розроблятися в залежності від виду шлаку; • кураторська діяльність в процесі експлуатації комплексів. 	Стратегія лідерства по витратах	<ul style="list-style-type: none"> • Гнучкість роботи фірми. • Невеликі капіталовкладення. • Поєднання екологічності та економічної вигоди. 	<ul style="list-style-type: none"> • розроблені ділянки враховують вже наявні установки на підприємстві; • кожна ділянка розробляється індивідуально з врахуванням виду шлаку для переробки; • допомога в будь-яких питаннях в процесі експлуатації.

Отже, узгоджена система рішень щодо поводження стартап-проекту на ринку націлена на малий сегмент (феросплавне виробництво), максимальне зниження витрат на виробництво та детальну розробку індивідуальних комплексів по переробці шлаку. При цьому обов'язкова підтримка конкурентних переваг, а також обслуговування та кураторство кожного з проектів в процесі їх експлуатації.

3.5.5. Розробка маркетингової програми стартап-проекту

Для цього сформуємо маркетингову концепцію товару, який буде отримано споживачем, у вигляді табл. 3.18 та визначимо основні переваги товару перед конкурентами.

Таблиця 3.18 – Визначення ключових переваг концепції потенційного товару

Потреба	Вигода, яку пропонує товар	Ключові переваги перед конкурентами (існуючі або такі, що потрібно створити)
Необхідність в нових комплексах (ділянках) по переробці шлаків .	Комплекси повинні відповідати параметрам виробництва.	Повністю індивідуальна розробка ділянка вторинної переробки шлаків для кожного підприємства.
	Екологічність	Проведення заходів для мінімізації впливу установок на НПС.
	Поточна кураторська діяльність	Призначення кураторів кожному підприємству і допомога в з питаннями переробки шлаків в процесі експлуатації товару.

Наступний етап полягає у розробці трирівневої моделі товару (табл. 3.19). Тут важливо вказати саму ідею послуги та особливості процесу її надання.

Таблиця 3.19 – Опис трьох рівнів моделі товару

Рівні товару	Сутність та складові
1	2
I. Товар за задумом	Розробка комплексних ділянок для вторинної переробки шлаків (феросплавних або металургійних), при цьому застосовується індивідуальний підхід до кожного підприємства.

Продовження таблиці 3.19

1	2
П. Товар у реальному виконанні	Властивості/характеристики
	1. Малий період окупності.
	2. Розробка комплексів в залежності від виду шлаку.
	3. Врахування наявності окремих видів обладнання на підприємстві.
	Марка: в розробці.
III. Товар із підкріпленням	Консультування клієнтів навіть в процесі експлуатації комплексів.

Варто звернути увагу на те, що планується вести усесторонню підтримку клієнтів з питань переробки шлаків в процесі експлуатації розробленої ділянки. А захист товару від копіювання планується проводити за рахунок нерозголошення самих розробок та усіх супроводжуючих їх рішень.

Наступним етапом є визначення цінових меж потенційного товару (табл. 3.20) за рахунок аналізу цін конкурентних товарів та доходу споживачів. Теоретично виведемо можливий діапазон цін проте, для точного визначення ціни необхідне проведення фінансово-економічного аналізу.

Таблиця 3.20 – Визначення меж встановлення ціни

Рівень цін на товари-замінники	Рівень доходів цільової групи споживачів	Верхня та нижня межі встановлення ціни на товар/послугу
400-600 млн. грн. [45]	2-3 млрд. грн. [52]	400-500 млн. грн.

Останній етап маркетингової програми це розробка концепції маркетингових комунікацій (табл. 3.21).

Таблиця 3.21 – Концепція маркетингових комунікацій

Специфіка поведінки цільових клієнтів	Канали комунікацій, якими користуються цільові клієнти	Ключові позиції, обрані для позиціонування	Завдання рекламного повідомлення	Концепція рекламного звернення
Клієнти, в основному, користуються представленою послугою після аналізу характеристик власного виробництва, та ознайомлення можливих варіантів розробок. Після обговорення з головним інженером здійснюють купівлю товару.	Зазвичай це різні промислові виставки та конференції.	<ul style="list-style-type: none"> розроблені ділянки враховують вже наявні установки на підприємстві; кожна ділянка розробляється індивідуально з врахуванням виду шлаку для переробки; допомога в будь-яких питаннях в процесі експлуатації. 	Рекламне повідомлення має звернути увагу на індивідуальність розробок, та на врахування наявних на заводах установках.	Розробка комплексної ділянки з вторинної переробки шлаків, з індивідуальним підходом до кожного клієнта. Особливістю послуги є врахування в проект вже присутніх на підприємстві установок, що знижує затрати на купівлю товару. В якості приємного бонусу клієнт отримує кураторську допомогу на протязі експлуатації ділянки.

Таким чином в якості стартап-проекту розглянуто послугу розробки ділянок з вторинної переробки шлаків. Сама ідея є конкурентоспроможною та має багато сильних сторін (індивідуальний підхід до розробок, низька вартість товару, врахування необхідності переробки як гарячих так і відвальних шлаків). В якості клієнтів бажано обрати невеликий сегмент ринку, в даному випадку це можуть бути підприємства феросплавного виробництва. Окрім цього, проект має певну кількість загроз, що можуть ускладнити вихід на ринок. В якості базової стратегії розвитку обрано стратегію лідерства на витратах. Ключовими конкурентоспроможними позиціями є гнучкість роботи фірми, невеликі капіталовкладення, поєднання екологічності та економічної вигоди. А пошук клієнтів може здійснюватись на різноманітних промислових виставках і конференціях.

Висновки до розділу 3

У розділі проведено аналіз слабких і сильних сторін технологій з вторинної переробки шлаку та способів вилучення з них металоконцентрату. Як результат було обрано технології для впровадження їх на Нікопольському заводі феросплавів, а саме: попередня обробка розплаву ультразвуком [29] та рентгенорадіометрична сепарація шлаків [38].

Додатковий дохід, що отримає підприємство від впровадження технологій, складає 127,812 млн. грн. на рік, а експлуатаційні витрати складуть 6,625 млн. грн. Термін окупності модернізованої ділянки складе 8,3 місяці.

Для реалізації ідеї розроблено стартап-проект в якому проаналізовано сильні та слабкі сторони ідеї, можливості та загрози для виходу на ринок. В якості базової стратегії розвитку обрано стратегію лідерства на витратах, а ключовими конкурентоспроможними позиціями визначено гнучкість роботи фірми, невеликі капіталовкладення, поєднання екологічності та економічної вигоди.

ВИСНОВКИ

Магістерська дисертація присвячена питанню вторинної переробки шлаків феросплавного виробництва та вилучення з них металоконцентрату.

1. З аналізу літературних джерел та патентів, встановлено, що шлаки феросплавного виробництва, які на протязі багатьох років вивозились у відвали, чинять негативний вплив на атмосферу (внаслідок пилоутворення на поверхні відвалу і поширення цього пилу на значні відстані), ґрунти та ґрунтові води. Було досліджено модель вимивання важких металів зі шлакового відвалу під дією атмосферних опадів.

2. У дисертації був проведений аналіз методів вторинної переробки шлаків та способів вилучення з них металоконцентрату, який показав, що на сьогодні в Україні існує велика кількість установок для переробки як відвального шлаку, так і його розплавів. Найбільш розповсюдженим методом переробки є грануляція шлаку гідрожолобним методом, а серед методів виділення металевої фази, більш вживаними є пневматична та рентгенорадіометрична сепарація шлаку.

3. Досліджено залежність виходу шлаку від кількості виготовленої продукції. Для цього було використано метод найменших квадратів, який закладено в основу побудови ліній тренду, розглянуто різні види апроксимуючих ліній. Визначено, що поліном другого ступеня найбільш точно описує представлену залежність і має вигляд:

$$f(x) = -1,2886x^2 + 2,8614x - 0,6345$$

Коефіцієнт кореляції $r = 0,978$, а середньоквадратичне відхилення $\sigma_y = 0,1835$. Дана залежність дозволить зробити прогноз кількості шлаку, що буде утворено в плановому періоді.

4. Проведено розрахунок загальної маси важких металів, що виділяться із шлакового відвалу на Нікопольському заводі феросплавів, при умовах наближених до реальних (концентрація сульфатної кислоти еквівалентна

дошовій воді). Так вихід важких металів склав: 4,515 тонн Плюмбуму, 0,6405 тонн Кадмію та 382,31 тонн Мангану.

5. Проведено аналіз слабких і сильних сторін технологій з вторинної переробки шлаку та способів вилучення з них металоконцентрату. Як результат було обрано та запропоновано технології для впровадження на Нікопольському заводі феросплавів, а саме: попередня обробка розплаву ультразвуком [29] та рентгенорадіометрична сепарація шлаків [38].

6. Розраховано екологічні та економіну доцільність введення запропонованих технологій. Так, додатковий дохід, складе 127,812 млн. грн. на рік, а експлуатаційні витрати складуть 6,625 млн. грн. Термін окупності модернізованої ділянки 8,3 місяці. Час, за який буде розроблено шлаковий відвал склав за 14 років, що є досить непоганим показником, виходячи з того, що на даний момент там знаходиться 10,5 млн. шлаків. Загальний екологічний ефект від впровадження нової ділянки з вторинної переробки шлаків буде досягнуто за рахунок зменшення об'ємів важких металів, що потрапляють у ґрунт з відвалу. Зокрема за прогнозований 2019 рік вдасться уникнути виділення 0,639 тонн Плюмбуму, 0,0907 тонн Кадмію та 54,087 тонн Мангану.

7. Для реалізації ідеї було розроблено стартап-проект «Розробка комплексної ділянки вторинної переробки шлаків», в якому визначені сильні та слабкі сторони ідеї, можливості та загрози для виходу на ринок. В якості ключових конкурентоспроможних позицій визначено гнучкість роботи фірми, невеликі капіталовкладення, поєднання екологічності та економічної вигоди.

СПИСОК ВИКОРИСТАНИХ ДЖЕРЕЛ

1. Гасик М. И., Куцин В. С., Лапин Е. В., Ольшанский В. И. Никопольские ферросплавы / за ред. В. С. Куцина. Днепропетровск : «Системные технологии», 2004. 272 с.
2. Курякова Н. Б. Разработка технологии производства строительных материалов на основе комплексного использования металлургических шлаков : дис. ... канд. техн наук : 05.23.05 / Пермский государственный технический университет. Пермь, 2003. 209 с.
3. Валуев Д. В., Гизатулин Р. А. Технологии переработки металлургических отходов : учебн. пособ. / Томск : Томский политехнический университет, 2012. 196с.
4. Установка для переробки металургійних і топкових шлакових відходів: пат. 1756 Україна: МПК C04B 18/14, B02C 23/10, B03B 9/04. № 2003010213; заявл. 08.01.03; опубл. 15.04.03, Бюл. № 4. 4 с.
5. Спосіб переробки відвальних металургійних шлаків і комплекс для його здійснення: пат. 45779 Україна: МПК B03B 9/04. № 2001074601; заявл. 01.07.02; опубл. 15.04.02, Бюл. № 4. 3 с.
6. Пристрій для добування залізовмісного матеріалу з відвального шлаку: пат. 2291 Україна: МПК B07B 1/28. № 2003088016; заявл. 27.06.03; опубл. 15.01.04, Бюл. № 1. 10 с.
7. Каблуковский А. В. Производство стали и ферросплавов в электропечах : учебник для техникумов. Москва : Металлургия, 1991. 335с.
8. Макаровський Є. Л. Проведення комплексної екологічної оцінки стану навколишнього природного середовища та екологічного аудиту м. Нікополя. *Український науково-дослідний інститут екологічних проблем*. 2013. URL: http://www.nikopol-mrada.dp.gov.ua/eco/zvit_eco_p.pdf. (дата звернення: 14.10.2018).
9. Інформація щодо стану виконання заходів зі скорочення викидів забруднюючих речовин, охорони та раціонального використання вод,

встановлених у дозволах, та заходів на період настання несприятливих метеорологічних умов у АТ НЗФ. URL: http://www.nzf.com.ua/Default.aspx?id=126§=ekolog&file_id=585. (дата звернення: 16.10.2018).

10. Шматков Г. Г., Макарова В. Н. Влияние шлаковых отвалов ферросплавного производства на загрязнение атмосферы. *Окружающая среда : материалы VI междунар. молодежной научной конф.*, г. Днепропетровск, Украина, 10-11 октября 2012 г. Днепропетровск, 2010. С. 76-80.

11. Моніторинг ґрунту промайданчика заводу. URL: http://www.nzf.com.ua/Default.aspx?id=135§=ekolog&file_id=108. (дата звернення: 16.10.2018).

12. Орлов Д. С., Садовникова Л. К., Лозановская И. Н. Экология и охрана биосферы при химическом загрязнении. Москва : Высш. шк., 2002. 334 с.

13. Оценка возможности негативного воздействия шлаков металлургического комбината на окружающую среду. *Техниконаучный журнал «Точная наука»*. URL: <http://t-nauka.ru/304-2/>. (дата звернення: 22.10.2018).

14. Результати аналізу викилів забруднюючх речовин у атмосферне повітря. URL: http://www.nzf.com.ua/Default.aspx?id=135§=ekolog&file_id=397. (дата звернення: 22.10.2018).

15. Переработка шлаков и безотходная технология в металлургии / М. И. Панфилов и др. ; Москва : «Металлургия» 1987, 238с.

16. ДСТУ Б В.2.7-302:2014. Шлак доменний гранульований для цементів, бетонів і будівельних розчинів. Технічні умови та оцінка відповідності. [Чинний від 2015-10-01]. Вид. офіц. Київ, 2015. 24 с. (Інформація та документація).

17. Processing equipment of molten slag. patent JP, no.5514381B2, 2012.

18. Cooling treatment device and cooling processing method of molten slag patent JP, no2009227497A, 2008.

19. Способ обработки шлака после его выхода из металлургической емкости и устройство для его осуществления, пат. 2359930 Россия: МПК C04B5/00, C21B3/06. заявл. 04.07.07; опубл. 27.06.09, Бюл. № 2. 4 с.

20. Будівельні матеріали : навч.-довідковий посібн. / Г.А. Айрапетов та ін. Воронеж : «Фенікс», 2007. 153 с.

21. Method for utilizing slag from ferroalloy production patent US, no 4818290A, 2010

22. Большина Е. П. Экология металлургического. Новотроицк : НФ НИТУ, «МИСиС», 2012. 155 с.

23.Сербинова Л. А., Недава А. С. Мероприятия по уменьшению загрязнения окружающей среды на ОАО «Никопольський завод ферросплавов». *Інформаційний бюлетень з охорони праці ННДІОП*. Київ, 2016. С. 83-93

24. Степаненко А. И. «СЕПАИР» Технология и аппараты пневмосепарации руд и нерудных материалов. Новосибирск : Гормашэкспорт, 2011. 22 с.

25. Петров Ю. Л. Современные технологии извлечения сплавов из марганцесодержащих отвалных шлаков. Экология и промышленность, г. Харьков, 2009. С. 88–95

26. Федоров Ю. О. Возможности радиометрического обогащения и опробования полезных ископаемых. Москва, 1995. 231 с.

27. Рентгенорадиометрическая сепарация минерального сырья и техногенных отходов / Шемякин В. С. и др. Москва : Металлургия, 2006. 96 с.

28. Способ обработки металлургического шлака: пат. 2426803Россия: МПК C22B7, B03B9/04. № 2003088016; заявл. 10.06.09; опубл. 20.08.11, Бюл. № 2. 5 с.

29. Гришан Д. В. Сенсорная сортировка шлаков ферросплавного производства. Сучасні проблеми металургії. Київ, 2016. Вип. 1. С. 27–34.

30. Продукція АТ «НЗФ». URL: <http://www.nzf.com.ua/Default.aspx?sect=production>. (дата звернення: 15.11.2018).

31. Формулы для расчета линий тренда *MS Graph 2007*. URL: <https://support.office.com/ru-ru/article> (дата звернення: 21.11.2018).

32. Щербаков И. Н. Регрессионный анализ. Метод наименьших квадратов.
URL: http://www.physchem.chimfak.rsu.ru/Source/NumMethods/Reg_MNK.htm
(дата звернення: 21.11.2018).

33. Реєстру місць видалення відходів у Дніпропетровській області. URL: <http://old.adm.dp.gov.ua/OBLADM/obldp.nsf/document.xsp?id=6EF76D4414C507CBC22581BC002A0F93>. (дата звернення: 21.11.2018).

34. Саенко Ф. П. Надёжный сплав: краткий очерк истории Никопольского завода ферросплавов. Днепропетровск : Южная Пальмира, 1998. 181 с.

35. Газета «Електрометалург». URL: <http://nzf.com.ua/files/Redaction/%D0%AD%D0%9C-26.pdf>. (дата звернення: 25.11.2018).

36. Русских В. П. Производство шлаковой ваті из доменных шлаков. URL: <https://cyberleninka.ru/article/v/proizvodstvo-shlakovoy-vaty-iz-domennyh-shlakov>
(дата звернення: 28.11.2018).

37. Освоение технологии пневмосепарации шлаков / А. А. Грабеклис и др. Москва : Сталь. 1984. 95 с.

38. Рентгенорадиометрическая сепарация минерального сырья и техногенных отходов / Скопов С. В. и др. Москва : Метал, 2012. 92 с.

39. Ціна на металоконцентрат URL: <https://flagma.ua/margancevaya-ruda-so1204779-1.html> (дата звернення: 01.12.2018).

40. Рентгенорадиометрическая сортировка PPC. URL: <http://www.technoros-kras.ru/products/14/33/>. (дата звернення: 01.12.2018).

41. Тарифи на електроенергію. URL: <https://www.oblenergo.kharkov.ua/consumers/tarifs/taryfy-na-elektroenergiyu-na-sichen-2018-roku>. (дата звернення: 01.12.2018).

42. Річна інформація емітента цінних паперів. URL: <http://nzf.com.ua/Default.aspx?id=7§=management>. (дата звернення: 01.12.2018).

43. Стартап: визначення терміна. URL: <http://itstatti.in.ua/zarobitok-v-interneti/161-startap-shcho-tse-take.html>. (дата звернення: 01.12.2018).

44. Ситник Н. І. Менеджмент стартапів. URL: https://kpi-fict-ip32.github.io/Blog/s09/startup_management.html. (дата звернення: 03.12.2018)

45. Технопромкомплект ЛТД. URL: <http://www.tribo-test.com/index.htm>. . (дата звернення: 03.12.2018).

46. Спосіб переробки відвальних металургійних шлаків і комплекс для його здійснення: пат. 45779 Україна: МПК В07В 1/28. № 2003088215; заявл. 27.06.04; опубл. 15.02.05, Бюл. № 1. 3 с.

47. Структура промислового ринку. URL: https://stud.com.ua/84371/marketing/struktura_promislovogo_rinku#79. (дата звернення: 03.12.2018).

48. Міщенко А. П. Стратегічне управління. URL: https://pidruchniki.com/12980108/marketing/analiz_konkurentiv (дата звернення: 03.12.2018).

49. Маркетинговий аналіз URL: <https://pidruchniki.com/1577111551903/marketing/swot-analiz>. (дата звернення: 05.12.2018).

50. Цибульов П. М. Управління інтелектуальною власністю : монографія / за ред. П. М. Цибульова. Київ : «К. І. С.», 2005. 448 с.

51. Управління конкурентоспроможністю підприємства: навч. посібн. URL: <http://posibniki.com.ua/catalog-upravlinnya-konkurentospromozhnistyupidpriemstva---klimenko-sm> (дата звернення: 05.12.2018).

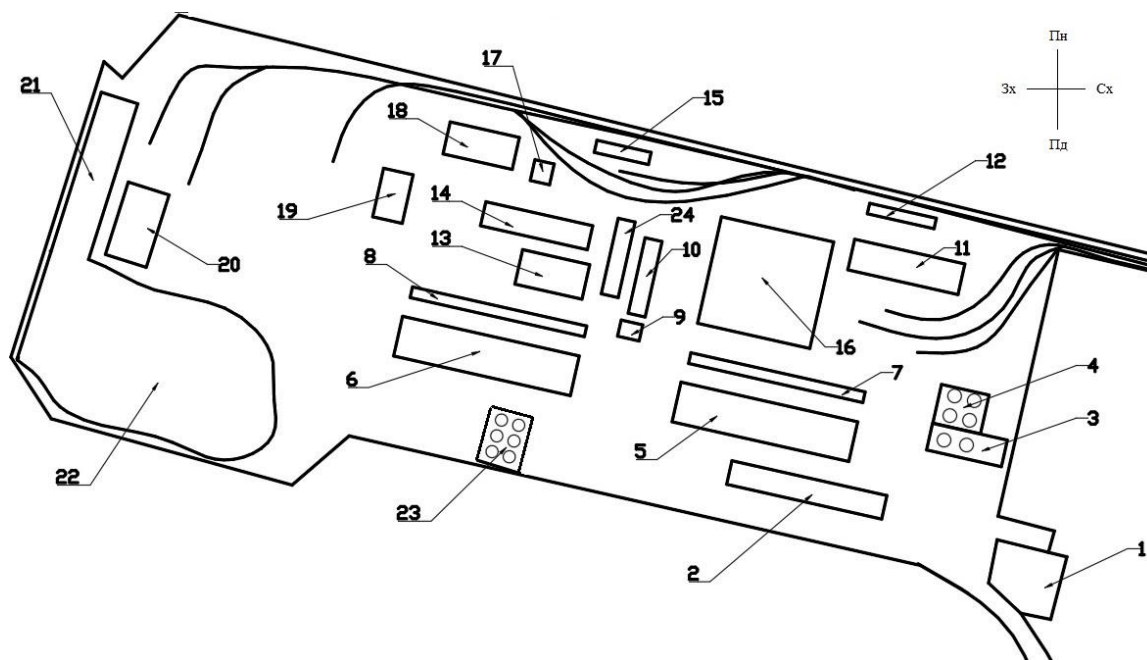
52. Річні фінансові звітності АТ «Нікопольський завод феросплавів». URL: <http://www.nzf.com.ua/files/%D1%80%D1%96%DD0%BD%D0%B0%20%web.htm>. (дата звернення: 05.12.2018).

Лабораторія захисту водного і повітряного басейнів													
Свідчення про атестацію №3813-65-ВЛ от 22.06.12													
Дійсно до 22.11.2019 г.													
Т А Б Л И Ц Я													
Результати аналізу ґрунту													
<div>за 2 квартал 2018 року</div>													
№№ місяця проб	Назва місяця проб	Виявлена концентрація											
		мг/кг											%
		Cl	S	P	Нафтопрод	Mn	Fe	Ca	Mg	pH	Pb	Cd	SO ₄
1	Східна частина ЦВФ	85,21	18,05	32,5	136	12358,6	12596,25	395	81	7,88	39,2	6,1	0,063
2	Водощамове господарство	25,65	18,23	37,56	745	8623,5	6378,25	526,2	213,2	7,85	65,23	9,5	0,046
3	Плавильний цех № 9	39,45	19,2	95,236	596	14586	7125,5	3652,2	365,2	7,91	49,22	8,6	0,044
4	Цех електродної маси	62,54	22,5	71,265	1056	15692,25	10252	286,5	123,88	6,99	62	8,6	0,029
5	Залізничний цех (депо)	69,54	16,58	42,25	901	2850,3	1385,2	5845,22	104,98	8,11	54,21	7,5	0,045
6	АТЦ (заправка)	53,26	16,23	96,23	802	1745	7582,2	241,2	96,2	7,71	36,52	5,6	0,052
7	Шлаковий відвал	36,5	8,56	56,98	825	14185,65	8252,01	745,2	965,23	7,16	65,2	9,8	0,048
8	Шламонакопичувач 150 000 м ³	48,2	23,69	79,123	425	16258,2	10256,2	512	1152,8	7,55	36,5	3,1	0,036
9	Шламонакопичувач 300 000 м ³	47,62	35,6	78,59	741	10582,2	8456,6	963,2	954,23	7,63	41,55	2,8	0,046
10	Район міського цвинтаря	48,25	10,23	98,25	274	4285,2	4021,2	1056,2	320,1	8,03	48,59	3,1	0,047
11	Район міського цвинтаря	46,8	9,65	87,63	366	3652,2	4550	1158	265,2	7,11	38,2	4,1	0,113
12	АГЦ Нефільтруючий майданчик	52,38	28,56	24,966	485	2612,5	3662	945,85	215,2	7,45	39,1	5,1	0,056
13	Умовно-чиста зона №1	39,85	15,4	32,542	195	358,45	1564,88	352,2	98,6	7,29	29,54	1,952	0,0452
14	Умовно-чиста зона №1	41,23	15,36	36,54	190	315,85	1459,7	254,2	97,51	7,29	15,15	2,45	0,0273
Заст. головного інженера з охорони природи		Г.Д. Страдомський											
Інженер-хімік ДЗВПБ		П.Р. Романенко											

Лабораторія захисту водного і повітряного басейнів													
Свідцтво про атестацію №3813-65-ВЛ от 22.06.12													
Дійсно до 22.11.2019 г.													
Т А Б Л И Ц Я													
Результати аналізу ґрунту													
<div>за 3 квартал 2018 року</div>													
№№ місця проби	Назва місця проби	Виявлена концентрація											
		мг/кг											%
		Cl	S	P	Naфтопрод	Mn	Fe	Ca	Mg	pH	Pb	Cd	
1	Східна частина ЦВФ	81,51	19,2	31,02	138	11498,2	16,523,9	423	85	7,5	42,6	6,2	0,069
2	Водошамове господарство	25,6	18,1	37,12	725	8425,9	758,2	512	245,2	7,45	65,3	9,2	0,045
3	Плавильний цех №9	38,52	19,3	97,55	563	14236	7451,2	3102	378,21	7,56	52,3	8,1	0,045
4	Цех електродіної маси	61,52	21,5	74,21	1002	14552,3	9526,2	326	142,1	7,12	68	7,6	0,038
5	Залізничний цех (лепо)	66,2	15,2	41,25	912	3005,2	1952,2	4123,2	102,5	7,63	54,69	7,9	0,039
6	АТЦ (заправка)	55,7	14,88	96,12	852	1855	7412,3	198,5	98,75	7,52	37,8	5,96	0,059
7	Шлаковий відвал	38,65	10,2	59,2	826	16452,3	8156,2	712,2	942,55	7,13	72,2	8,4	0,045
8	Шламонакопичувач 150 000 м3	45,21	25,69	74,25	456	15263,2	11552,1	419,23	1042,2	7,25	35,2	3,7	0,041
9	Шламонакопичувач 300 000 м3	48,51	38,15	74,52	745	12546,2	8512,3	856,23	1025,33	7,36	41,2	2,5	0,048
10	Район міського цвинтаря	48,05	11,44	97,52	285	4356,23	3956,5	1023,2	201	7,79	45,23	3,5	0,041
11	Район міського цвинтаря	41,3	9,52	85,65	359	3524,22	4479	1274	231,2	7,18	37,2	4,2	0,1001
12	АГЦ Нефільтруючий майданчик	56,12	28,55	28,512	459	2815	3952	912,6	241	7,3	38,2	5,02	0,059
13	Умовно-чиста зона №1	38,41	15,2	36,551	185	359,25	1654,2	312,3	95,2	7,1	29,51	2,36	0,0485
14	Умовно-чиста зона №1	40,22	13,63	38,52	186	318,5	1925,6	298,3	96,2	7,1	18,21	2,65	0,0356
Заст. головного інженера з охорони природи		Г.Д. Страдомський											
Інженер-хімік ЛЗВПБ		Л.Р. Романенко											

ДОДАТОК Б

План-схема АТ «НЗФ»



1 – Автотранспортний цех; 2 – Ремонтно-механічний цех; 3 – Радіальні відстійники №1; 4 – Радіальні відстійники №2; 5 – Цех виробництва феросплавів №1; 6 – Цех виробництва феросплавів №2; 7 – Ділянка дозованого відвантаження №1; 8 – Ділянка дозованого відвантаження №2; 9 – Цех розподільчої подачі матеріалів; 10 – Корпус шихтових бункерів; 11 – Склад-термінал; 12 – Залізнодорожний цех; 13 – Склад сухих матеріалів; 14 – Склад вологих матеріалів; 15 – Вагоноопрокид; 16 – Аглокорпус; 17 – Цех електродної маси; 18 – Цех виробництва силікомарганцю; 19 – Корпус подачі матеріалів; 20 – Дробово-сортувальний комплекс; 21 – Ділянка грануляції вогнено-рідких шлаків; 22 – Відвал шлаку; 23 – Водонасосна станція; 24 – Корпус подачі матеріалів №2.

ДОДАТОК В

ВІДГУК

на магістерську дисертацію

Студентки Недави Анастасії Сергіївни

Національного технічного університету «Київський політехнічний інститут імені
Ігоря Сікорського»

Виконану на тему: «Поліпшення екологічних характеристик ділянки вторинної
переробки шлаків за рахунок додаткового вилучення металевої фази»

У своїй дисертаційній роботі, студентка Недава А. С. розкрила, таке актуальне питання сьогодення як вторинна переробка шлаків та дослідила шляхи виділення металевої фази із феросплавного шлаку.

Результати роботи мають практичне значення для підприємств металургійного комплексу та можуть використовуватися при розрахунках показників впливу шлакових відвалів на стан навколишнього природного середовища, а також при розробці цехів з вторинної переробки шлаків.

Заст. головного інженера
з охорони природи

(посада)



Г.Д. Страдомський

(ініціали та прізвище)